

*Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz  
GbS-Bericht Nr. 816*

***Jahresbericht 2006  
des Geschäftsbereiches  
Sicherheit und Strahlenschutz***

*Herausgeber: R. Lennartz  
Redaktion: B. Heuel-Fabianek*

*Oktober 2007*

---

**Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz  
Jahresbericht 2006  
GbS-Bericht Nr. 816**

Oktober 2007

Anschrift:

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz (S)  
D-52425 Jülich

Dr. Reinhard Lennartz (Hrsg.), Burkhard Heuel-Fabianek (Red.)

Email 1: [r.lennartz@fz-juelich.de](mailto:r.lennartz@fz-juelich.de)

Email 2: [b.heuel-fabianek@fz-juelich.de](mailto:b.heuel-fabianek@fz-juelich.de)

Internet: [www.fz-juelich.de/gs](http://www.fz-juelich.de/gs)

Telefon: +49 (0) 2461 61-5215

Telefax: +49 (0) 2461 61-2166

## VORWORT

Der Schutz der Mitarbeiter, der Bevölkerung und der Umwelt ist wesentliche Voraussetzung für erfolgreiche und anerkannte Forschung und Entwicklung. Betriebs- und Umgebungsüberwachung, betrieblicher Strahlenschutz sowie Arbeitsschutz sind nur einige Schlagworte, die die hierzu notwendigen übergeordneten Aktivitäten im Forschungszentrum Jülich und damit die Kernaufgaben des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz (S) beschreiben.

S unterstützt die Einrichtungen des Forschungszentrums bei der Wahrnehmung der ihnen übertragenen Strahlenschutz- und Sicherheitsaufgaben durch administrative und technische Betreuung.

Die administrative Betreuung beinhaltet u.a. die Regelung der Strahlenschutz- und Sicherheitsorganisation, ferner die zentrale Abwicklung des Meldewesens an Behörden, die Betreuung der in Kontrollbereichen tätigen Fremdfirmen, die Übertragung der Unternehmerpflichten im Arbeitsschutz auf die Institute, die zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe einschließlich Kernmaterialüberwachung und das Management von Genehmigungsverfahren.

Die technische Betreuung besteht im wesentlichen in der Wartung, Reparatur und Entwicklung von Strahlenmessgeräten, in der Auswertung von Dosimetern, in der Durchführung von Inkorporationskontrollen für beruflich strahlenexponierte Personen sowie in der Durchführung von besonders aufwändigen Messungen, die von den einzelnen Organisationseinheiten nicht durchgeführt werden können.

Ein weiterer Schwerpunkt sind Überwachungsaufgaben im Hinblick auf die Einhaltung von Strahlenschutzvorschriften, behördliche Auflagen für die Gentechnik, die arbeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen, die Sicherung der Anlagen gegen Einwirkungen Dritter und mögliche Auswirkungen auf die Umwelt.

Der Geschäftsbereich S betreibt die *"Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle Jülich"* zur Ermittlung der Körperdosis der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter. Seit Ende 2006 ist die Inkorporationsmessstelle akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005.

Besondere Bedeutung haben Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich des Strahlenschutzes, der Strahlenbiologie und der Strahlenmesstechnik. Im Rahmen zahlreicher, auch internationaler Projekte und Kooperationen mit Instituten und Einrichtungen innerhalb und außerhalb des Forschungszentrums bringen Techniker und Wissenschaftler von S Kompetenz und Erfahrung ein. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass bei besonderen Problemen und Fragestellungen S um Unterstützung gebeten wird. Beispiele sind die bei S durchgeführten Analysen im Zusammenhang mit dem Poloniumanschlag in London, die Unterstützung des WDR bei einer Vor-Ort-Reportage zum 20. Jahrestag des Reaktorunglücks von Tschernobyl oder die Bitte anderer Einrichtungen um Unterstützung bei der Implementierung von Methoden und Verfahren, die bei S angewendet und zum Teil auch entwickelt werden.

Im Oktober 2006 ist Herr Dr. Hille, der den Geschäftsbereich 25 Jahre geführt und entscheidend geprägt hat, in den Ruhestand getreten. Daher möchte ich an dieser Stelle, auch im Namen aller Mitarbeiter, Herrn Dr. Hille für sein Engagement und seinen persönlichen Einsatz in- und außerhalb von S danken.

Mein Dank gilt auch allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die durch ihren Einsatz, durch ihre Ideen und Initiative dazu beigetragen haben, dass der Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz erfolgreich die Einrichtungen und Wissenschaftler im Forschungszentrum unterstützen konnte.

Jülich, Oktober 2007

Dr. Reinhard Lennartz



# INHALT

## VORWORT

## INHALT ..... 0-1

### 1 AUFGABEN UND ORGANISATION ..... 1-1

- 1.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G ..... 1-2
- 1.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B .. 1-5
- 1.3 Umgebungsüberwachung / S-U..... 1-7
- 1.4 Messtechnik / S-M ..... 1-9
- 1.5 Arbeitsschutz / S-A ..... 1-10
- 1.6 Objektsicherung / S-O..... 1-12
- 1.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS..... 1-13

### 2 ERGEBNISSE ..... 2-1

- 2.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G ..... 2-1
- 2.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B .. 2-11
- 2.3 Umgebungsüberwachung / S-U..... 2-20
- 2.4 Messtechnik / S-M ..... 2-32
- 2.5 Arbeitsschutz / S-A ..... 2-38
- 2.6 Objektsicherung / S-O..... 2-43
- 2.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS..... 2-46

### 3 SCHWERPUNKTE UND FORSCHUNGSPROJEKTE ..... 3-1

- 3.1 Hintergrund ..... 3-1
- 3.2 Kooperationen und Zusammenarbeit ..... 3-1
- 3.2.1 Innerhalb des Forschungszentrums 3-1
- 3.2.2 Außerhalb des Forschungszentrums ..... 3-1
- 3.3 Beiträge und Berichte..... 3-2

- 3.3.1 „Antragsvielfalt im Genehmigungsverfahren“ - Bau einer Druckrohrleitung ..... 3-2
- 3.3.2 Rückbau im Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR) ..... 3-4
- 3.3.3 Fachkundeerhalt 2006 für Strahlenschutzbeauftragte nach der Strahlenschutzverordnung ..... 3-5
- 3.3.4 Grundwassermonitoring auf dem ehemaligen Atomwaffentestgebiet Semipalatinsk, Kasachstan..... 3-6
- 3.3.5 Untersuchung der externen Strahlenexposition der Gemeinde Volin-cy, Weißrussland ..... 3-8
- 3.3.6 Akkreditierung der amtlich anerkannten Inkorporationsmessstelle ..... 3-12
- 3.3.7 Polonium-210 - eine neue Bedrohung ..... 3-14
- 3.3.8 Frühzeitige Reaktionen lymphozytärer Proteine nach  $\gamma$ -Bestrahlung – Modell für Biodosimetrie ..... 3-20

### 4 BIBLIOGRAPHIE UND LEHR-TÄTIGKEITEN ..... 4-1

- 4.1 Wissenschaftliche Veröffentlichungen ..... 4-1
- 4.2 Vorträge ..... 4-1
- 4.3 Poster ..... 4-2
- 4.4 Berichte ..... 4-3
- 4.5 Lehrtätigkeiten ..... 4-3
- 4.6 Ausschusstätigkeiten..... 4-4

### 5 GB S IN DEN MEDIEN ..... 5-1

### 6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... 6-1



# 1 AUFGABEN UND ORGANISATION

Das Forschungszentrum Jülich ist Mitglied der "Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren" (HGF). Seine Aufgabe besteht in zukunftsweisender Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Entwicklung. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Zentrums gliedern sich in fünf Forschungsbereiche:

- Gesundheit
- Information
- Umwelt
- Energie
- Schlüsselkompetenz

Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe betreibt das Forschungszentrum Einrichtungen, denen eine besondere sicherheitstechnische Bedeutung zukommt. Neben den kerntechnischen Einrichtungen sind verschiedene Anlagen, in denen mit Gefahrstoffen oder biologisch wirksamen Substanzen umgegangen wird, von zunehmender sicherheitstechnischer Bedeutung. In dieser Hinsicht verdienen die gentechnischen Laboratorien der Sicherheitsstufen 1 und 2 Beachtung.

Der Umgang mit chemischen Gefahrstoffen im Forschungszentrum zeichnet sich weniger durch große Mengen als durch große Vielfalt aus und stellt von daher spezifische Sicherheitsanforderungen.

Von den ca. 4.400 Mitarbeitern des FZJ arbeiten ca. 1.200 Personen in Kontrollbereichen als beruflich strahlenexponierte Personen.

Der Schutz der Mitarbeiter, der Bevölkerung und der Umwelt vor biologischen und chemischen Gefahrstoffen sowie ionisierender Strahlung ist wesentliche Voraussetzung für erfolgreiche und anerkannte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Betriebs- und Umgebungsüberwachung, betrieblicher Strahlenschutz sowie Arbeitsschutz sind nur einige Schlagworte, die die hierzu notwendigen übergeordneten Aktivitäten und damit die Kernaufgaben des **Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz (S)** beschreiben.

Zusätzlich unterstützt S die Institute und Infrastrukturabteilungen des Forschungszentrums bei der Wahrnehmung der ihnen vor Ort übertrage-

nen Strahlenschutz- und Sicherheitsaufgaben durch technische und administrative Betreuung.

Die technische Betreuung besteht im Wesentlichen in der Wartung, Reparatur und Entwicklung von Strahlenmessgeräten, in der Auswertung von Dosimetern und in der Durchführung von Inkorporationskontrollen für beruflich strahlenexponierte Personen.

Die administrative Betreuung beinhaltet u.a. die Regelung der Strahlenschutz- und Sicherheitsorganisation, die zentrale Abwicklung des Meldewesens an Behörden, das Genehmigungsmanagement, die Fremdfirmenbetreuung, die Pflichtenübertragung und die zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe.

Ein weiterer Schwerpunkt sind Überwachungsaufgaben im Hinblick auf die Einhaltung von Strahlenschutzvorschriften, behördliche Auflagen für die Gentechnik, die arbeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen und die Sicherung der Anlagen gegen Einwirkungen Dritter.

Entsprechend der beschriebenen Aufgabenstellung gliedert sich der Geschäftsbereich S in sechs Fachbereiche (s. Organigramm, Abbildung 1-1):

- Genehmigungen und Sicherheit (S-G)
- Betrieblicher Strahlenschutz (S-B)
- Umgebungsüberwachung (S-U)
- Messtechnik (S-M)
- Arbeitsschutz (S-A)
- Objektsicherung (S-O)

Die Arbeitsgruppe Numerischer Strahlenschutz (S-NS) ist als Stabsstelle der Leitung des GB S direkt zugeordnet.

Die Planung von Notfallschutzmaßnahmen erfolgt in einer fachbereichsübergreifenden Projektgruppe, dem Arbeitskreis Notfallschutz (ANS).

Der Geschäftsbereich S betreibt darüber hinaus die *"Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle Jülich"* zur Ermittlung der Körperdosis der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter gemäß Strahlenschutzverordnung (Kap. 2.2). Diese Messstelle wird im Bedarfsfall auch für andere Institutionen

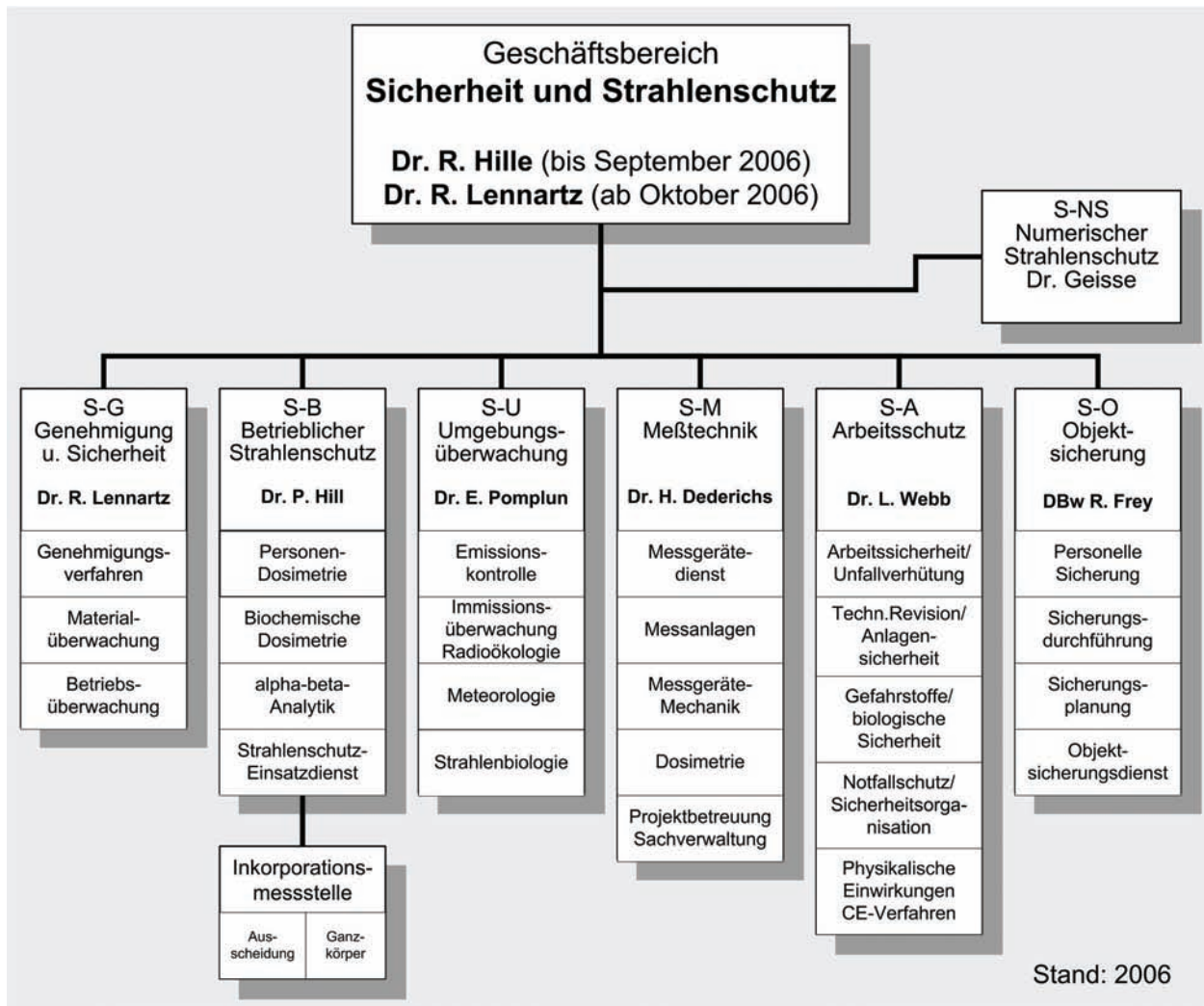


Abbildung 1-1: Organisationsplan des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz (GB-S)

tätig. Sie ist innerhalb des GB S dem Fachbereich S-B zugeordnet (Abbildung 1-1).

### 1.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G

Der Fachbereich *Genehmigungen und Sicherheit* (S-G) besteht aus den Gruppen *Genehmigungsverfahren* (S-G), *Materialüberwachung* (S-GM) sowie *Betriebsüberwachung* (S-GB).

Neben den in den nachfolgend dargestellten Aufgaben der Arbeitsgruppen gehört auch die Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen zur Normgebung oder Beratung im Strahlenschutz, der Kernmaterialkontrolle oder der Abfallbeseitigung zum Aufgabenspektrum.

Über diese Tätigkeiten hinaus arbeitet S-G u.a. in folgenden Arbeitskreisen und Projekten mit:

- ⇒ AVR-Entsorgung
- ⇒ Arbeitskreis Gentechnik der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen

- ⇒ Arbeitskreis für biomedizinische Versuche des Forschungszentrums Jülich
- ⇒ Sanierung/Rückbau der Kontrollbereiche im Gebäude Nr. 05.3
- ⇒ Stilllegung und Abbau FRJ-2 („DIDO“)
- ⇒ Planung und Errichtung AVR-Zwischenlager
- ⇒ Projektgruppe PRO GHZ

S-G stellt auch einen Teil des Strahlenschutz-Einsatzdienstes des Forschungszentrums.

#### 1.1.1 Genehmigungsverfahren (S-GG)

Die Vielfalt der Aktivitäten im Forschungszentrum Jülich spiegelt sich auch in der Vielfalt der zu beachtenden Regelwerke und der zuständigen Behörden wieder.

Die Rechtsgrundlagen für die Anmeldungen, Anzeigen, Erlaubnisse und Genehmigungen, die das Forschungszentrum für seine Tätigkeiten benötigt, sind die in Abbildung 1-2 dargestellten Gesetze.



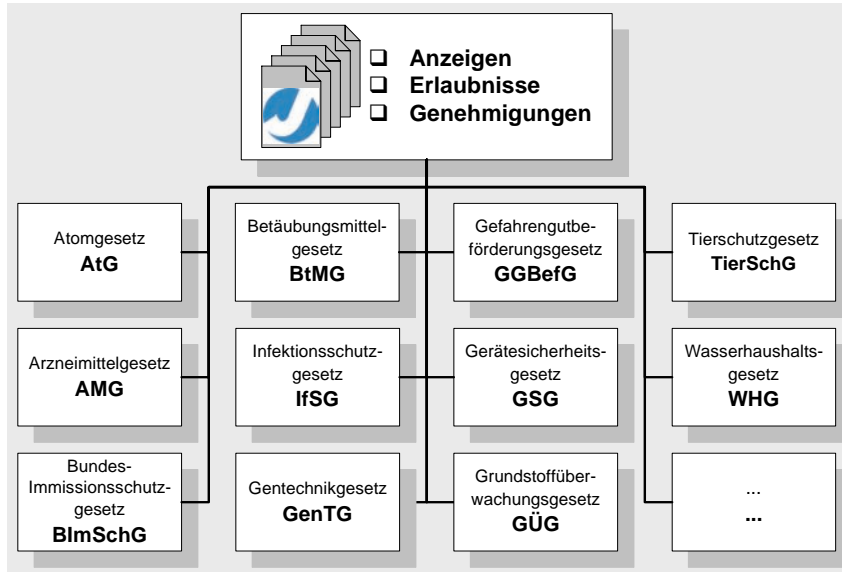


Abbildung 1-2: Rechtsgrundlagen für Aktivitäten

In Genehmigungs- oder Anzeigeverfahren führt das Team S-GG (Genehmigungsverfahren) federführend für die jeweiligen Institute und Einrichtungen die unterschriftsreife Antragsbearbeitung und die Koordination des Verfahrensablaufes einschließlich der Auflagenerfüllung nach erteilter Genehmigung durch.

Nach erteilter Genehmigung müssen gegebenenfalls gewünschte oder erforderliche Änderungen beantragt oder angezeigt werden. Falls erforderlich wird auch in Rücksprache mit den betroffenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums Widerspruch gegen Genehmigungsbescheide eingelegt.

Tabelle 1-1: Überwachungspflichten - Definition und rechtliche Grundlage

	Radioaktive Stoffe	Kernmaterial
Definition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernbrennstoffe</li> <li>• sonstige radioaktive Stoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• besonderes spaltbares Material</li> <li>• Ausgangsmaterial</li> <li>• Erze</li> </ul>
Rechtliche Grundlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomgesetz</li> <li>• § 70 StrlSchV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NV-Vertrag</li> <li>• EURATOM-Vertrag</li> <li>• EURATOM-Verordnung 302/2005)</li> <li>• Zusatzprotokoll</li> </ul>
Anlagenspezifische Grundlagen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• besondere Kontrollbestimmungen</li> <li>• Verifikationsmaßnahmen</li> <li>• Facility Attachment</li> </ul>
Anmerkung:	Überwachung im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht	Kernmaterial unterliegt verschärften Überwachungsmaßnahmen

Änderungen, die sich nicht auf die Sicherheit auswirken, werden als unwesentlich eingestuft. In diesem Fall ist eine Anzeige ausreichend. Für wesentliche Änderungen werden dagegen Genehmigungsänderungen bei den jeweils zuständigen Behörden beantragt.

S-GG vertritt auch in Genehmigungsverfahren Dritter bei Bedarf die Interessen des Forschungszentrums.

Nähere Informationen zu den Aufgaben von S-GG sowie für „Antragsteller“:

<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/genehmigungsverfahren/>

### 1.1.2 Materialüberwachung (S-GM)

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen und deren Überwachung fällt je nach Zuordnung unter unterschiedliche atomrechtliche Vorschriften und internationale Verpflichtungen. National oder international ist das zu überwachende Material unterschiedlich definiert (Tabelle 1-1).

Die Kernmaterialüberwachung nutzt dabei organisatorische und physikalische Prüfmethoden, die eine Überwachung des spaltbaren Materials ermöglichen und die unerlaubte Entnahme entdecken. Hier setzen die Aufgaben und Tätigkeitsfelder der Materialüberwachung des Forschungszentrums (S-GM) an.

Durch S-GM erfolgt die Buchführung des Bestands an radioaktiven Stoffen, insbesondere Kernmaterial, die Anzeige von Erwerb, Abgabe und Bestand dieser Stoffe an die nationalen Aufsichtsbehörden und bei Kernmaterial an EURATOM/IAEO sowie die Erstellen von Design-Informationen und Tätigkeitsrahmenprogrammen.

§ 70 der deutschen Strahlenschutzverordnung regelt die Mitteilungspflichten über Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und sonstigen Verbleib sowie den Bestand an radioaktiven Stoffen einschließlich der erforderlichen Buchführung.

Die Überwachung von Kernmaterial durch Euratom wird in der Euratom-Verordnung

302/2005 über die Anwendung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen geregelt und in den besonderen Kontrollbestimmungen im Einzelnen detailliert festgelegt. Ferner haben die IAE0, die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Atomgemeinschaft ein Verifikationsabkommen abgeschlossen. In diesem Abkommen und seinen ergänzenden Abmachungen, die die anlagenspezifischen Anhänge (Facility Attachments) enthalten, sind die Modalitäten für die Kontrolle durch die IAE0 festgelegt.

Mit dem Inkrafttreten des Zusatzprotokolls am 30.04.2004 hat die IAE0 offiziell das Recht, einen „erweiterten Zutritt“ zu verlangen. Nach Art. 4 und 5 des Zusatzprotokolls verpflichtet sich der Staat, den Inspektoren der IAE0 auf Ersuchen Zugang zu jeder Stelle eines Standortes zu gewähren, um sich zu vergewissern, dass es dort kein nichtdeklariertes Kernmaterial und keine nichtdeklarierten Tätigkeiten gibt. Hierbei koordiniert S-GM die Kernmaterialinspektionen und wickelt diese ab.

Weitere Informationen zur Materialüberwachung im Forschungszentrum Jülich:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/Kernmaterialueberwachung>

### 1.1.3 Betriebsüberwachung (S-GB)

Das „Unternehmen Forschungszentrum“ ist Strahlenschutzverantwortlicher im Sinne des Atomrechts. Aus der entsprechenden Kontrollpflicht ergeben sich für GB S Überwachungsaufgaben. Diese betreffen die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und Genehmigungsaufgaben an den Arbeitsplätzen. Hierzu sind interne Regelungen, wie z.B. die Allgemeine Sicherheitsordnung, die Abfallordnung oder die Transportordnung erlassen worden. Sie werden ergänzt durch Richtlinien und Strahlenschutz-Mitteilungen bei Einzelfragen. All diese Regelwerke und Vorgaben sind Grundlage für die

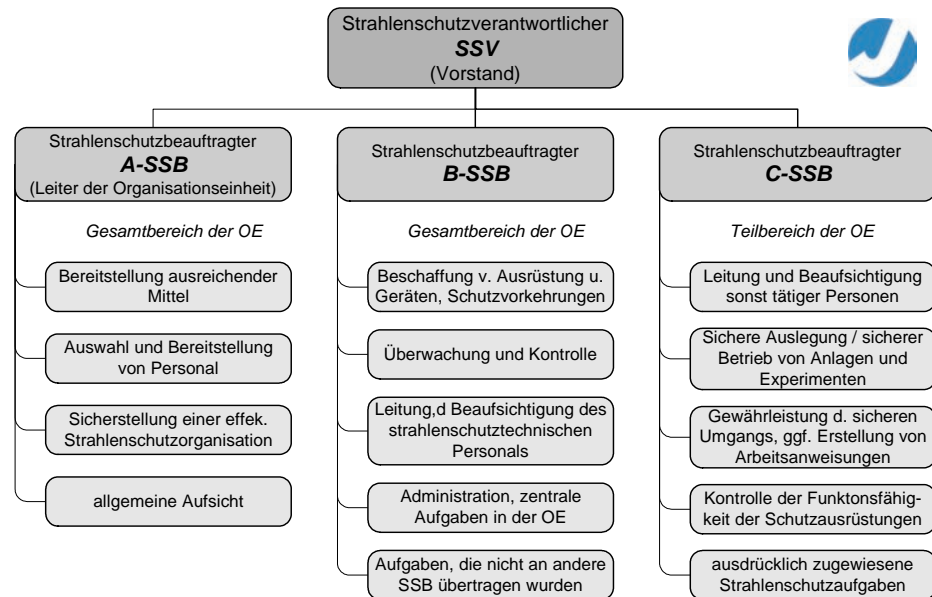


Abbildung 1-3: Aufgaben und Zuständigkeitsabgrenzungen der bestellten SSB

Überwachung, die seitens S-GB (Betriebsüberwachung) durchgeführt werden.

Der Vorstand des Forschungszentrums hat als Strahlenschutzverantwortlicher (SSV) Strahlenschutzbeauftragte (SSB) schriftlich bestellt. Die vom Vorstand nicht an SSB übertragbaren oder aus Gründen der Zweckmäßigkeit nicht übertragenen Aufgaben werden vom Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz (S) im Auftrag des Vorstandes durchgeführt. Zur Abgrenzung dieser Aufgaben zwischen dem SSV bzw. S und den SSB wurde eine „Strahlenschutzanweisung zur Aufgabenzuweisung und Zuständigkeitsabgrenzung im Strahlenschutz“ erlassen.

Im Aufgabenbereich der Strahlenschutzbeauftragten (SSB) wird im Forschungszentrum Jülich eine Dreigliederung vorgenommen. Dabei wird zwischen A-, B- und C-SSB unterschieden (siehe Abbildung 1-3). S-GB betreut die SSB und versorgt diese mit aktuellen Informationen.

Die beruflich strahlenexponierten Personen im Forschungszentrum werden, soweit sie nicht zu SSB bestellt sind, als „Sonst tätige Personen“ bezeichnet. Neben Mitarbeitern des Forschungszentrums gehören zu diesem Kreis auch die Gäste von Universitäten, Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland, die in den Kontrollbereichen des Forschungszentrums tätig werden. Die Vermittlung von Strahlenschutzkenntnissen bei den „Sonst tätigen Personen“ erfolgt zum einen durch den zuständigen SSB, zum anderen durch S-GB.

Bei der Entlassung von radioaktiven Stoffen (Betonstrukturen, Baumaterialien oder Lüftungsteile) aus dem Atomrecht (Verwaltungsakt zur Freigabe nach § 29 StrlSchV) führt S-GB die Entscheidungsmessung durch und stellt die erforderliche Dokumentation zusammen. Näheres dazu regelt die Freigabe- und Abgabeordnung der FZJ GmbH.

Für das Herausbringen von Gegenständen (Werkzeuge, Geräte, Experimentteile, u.ä.m.) aus Strahlenschutzbereichen im Sinne der StrlSchV nach § 44 ist im Wesentlichen die OE zuständig. Hier wird bei komplexeren Fragestellungen bei Bedarf S-GB eingebunden.

Weiterhin werden die Melde- und Anzeigepflichten an die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden wahrgenommen sowie alle prüfpflichtigen umschlossenen radioaktiven Stoffe im Forschungszentrum erfasst.

Für jede beruflich strahlenexponierte Person ist im Personenregister eine Datei vorhanden, die alle strahlenschutzrelevanten Unterlagen enthält.

Alle Fremdfirmen sowie Forschungseinrichtungen, Sachverständigenorganisationen, deren Mitarbeiter in Kontroll- oder Überwachungsbereichen des FZJ tätig werden, müssen über eine Genehmigung nach § 15 StrlSchV verfügen und haben vor Beginn der Tätigkeit mit dem Forschungszentrum eine Strahlenschutzvereinbarung zu treffen. Die im Forschungszentrum eingesetzten Mitarbeiter müssen darüber hinaus einen gültigen Strahlenpass mit den amtlichen Dosisangaben besitzen.

Das Forschungszentrum ist selbst im Besitz einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV, weil Mitarbeiter als beruflich strahlenexponierte Personen in anderen Einrichtungen tätig werden, z.B. bei:

- Inspektionstätigkeiten in Kernkraftwerken durch Mitarbeiter der ISR-Produktkontrollstelle
- Aufbau und Betrieb von Experimenten an der Außenstelle München
- Experimenten für die Neutronenstreuung durch Mitarbeiter des IFF am HMI und BESSY in Berlin

Weiterhin leitet und verfolgt S-GB Maßnahmen bei Zwischenfällen im Forschungszentrum.

Mehr Details zu S-GB:

<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/gs-betriebsueberwachung/>

## 1.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B

Der Fachbereich Betrieblicher Strahlenschutz (S-B) hat im Wesentlichen Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Strahlenschutzüberwachung im Forschungszentrum Jülich stehen.

Die Arbeitsergebnisse sind von besonderer behördlicher Bedeutung. So gewährleistet der Fachbereich die Ermittlung der Körperdosen, den Betrieb eines Radionuklidlaboratoriums zur Durchführung radiochemischer Einzelnuklidbestimmungen und Freigabekontrollen, den Betrieb der Inkorporationsmessstelle, die Organisation und Mitarbeit in den Strahlenschutz-Einsatzdiensten. Dabei werden neben den Eigenaufgaben auch Dienstleistungen für andere Teile des Geschäftsbereiches geleistet.

Die rechtlichen Grundlagen für die Arbeit des Fachbereiches S-B ergeben sich zum einen aus den Vorschriften zur Körperdosisermittlung gemäß §§ 40-42 StrlSchV und § 35, 35a RöV mit den nachgeordneten Richtlinien (Abbildung 1-4).

Für die berufliche Strahlenexposition bei Tätigkeiten sind dies die *„Richtlinie zur physikalischen Strahlenschutzkontrolle Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition (§§ 40, 41, 42 StrlSchV; § 35 RöV)“* und in der *„Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV)“*. Letztere trat am 12.01.2007 in Kraft. Bis dahin musste die Inkorporationsüberwachung auf der Basis der alten Vorgängerrichtlinien (Phys. Strahlenschutzkontrolle, Berechnungsgrundlage, Messstellenanforderungen) durchgeführt werden und zwar modifiziert für aktuelle Dosisgrenzwerte und Dosisfaktoren.

Für die berufliche Strahlenexposition bei Arbeiten gilt die *„Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 2 Strahlenschutzverordnung (Richtlinie Arbeiten)“*. Jedoch spielt diese Art der Strahlenexposition im Forschungszentrum Jülich allenfalls eine sehr geringfügige Rolle.

Die indirekte Messung der Körperaktivität und der Aktivität der Ausscheidungen zur Körperdosisermittlung durch Inkorporationen kann gemäß § 42(6) StrlSchV nur von einer behördlich bestimmten Messstelle durchgeführt werden.

Die Anforderungen für die staatliche Anerkennung sind in der „Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle Teil 2“ mit geregelt. Sie definieren Mindestanforderungen an Nachweisgrenzen der Verfahren, technische Ausstattung und Personal. Der Nachweis der Kompetenz des Prüflaboratoriums durch eine Akkreditierung ist vorgeschrieben.

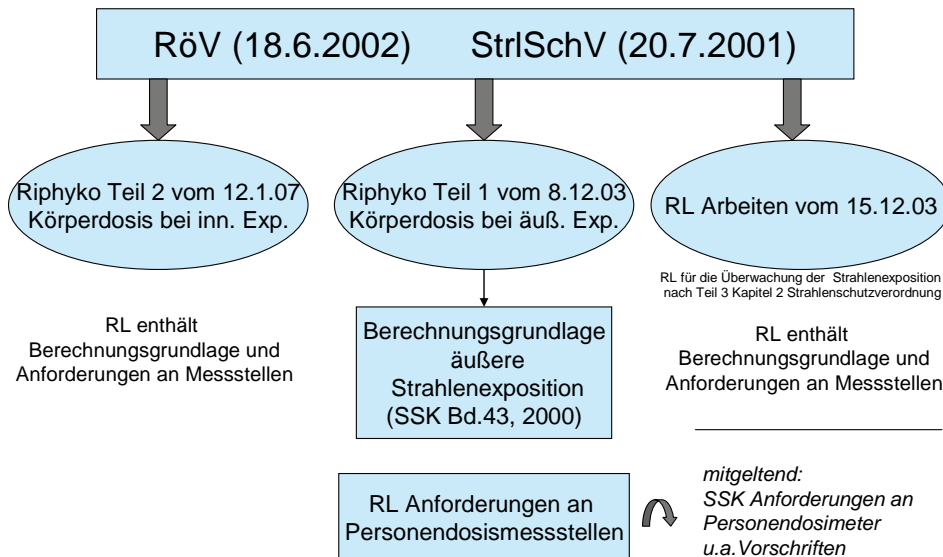


Abbildung 1-4: Rechtsvorschriften zur Körperdosismessung

Grundlage für (Dosis-) Meldungen beruflich strahlenexponierter Personen an die zuständige Berufsgenossenschaft bei Beginn und Ende ihrer Tätigkeit ist die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift „BGV A4 - Arbeitsmedizinische Vorsorge“. Die Meldungen führt S-B in enger Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzarzt im betriebsärztlichen Dienst durch.

Der Fachbereich erbringt interne Dienstleistungen in den Bereichen Immissionsüberwachung und Freigabemessungen. Die Rechtsgrundlagen sind in den Berichtsteilen der dafür federführenden Fachbereiche S-U (Kap. 1.3) bzw. S-G (Kap. 1.1) dargestellt.

Der Fachbereich umfasste 2006 zur Erfüllung seiner Aufgaben vier Arbeitsgruppen (Teams). Die amtlich anerkannte (und für die Länder Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen gemäß StrSchV behördlich bestimmte) Inkorporationsmessstelle des FZJ ist dem Fachbereich angegliedert.

Teamübergreifend gewährleistet der Fachbereich eine angemessene Mitwirkung in Beratungs- und

Normungsgremien (e.g. DIN, FS, IAEA) und nimmt an den Querschnittsaufgaben des Geschäftsbereiches teil.

### 1.2.1 Biochemische Dosimetrie (SBB) und Personendosimetrie (S-BP)

Das Team Personendosimetrie (S-BP) trägt für die zentrale Körperdosismessung gemäß §§ 40-42

der Strahlenschutzverordnung und §§ 35, 35a der Röntgenverordnung Sorge. Das bedeutet insbesondere die Gewährleistung der amtlichen Personendosimetrie mit Film-, Albedo-, TLD- und Kernspurdosimetersonden, den Betrieb des Ganzkörpermesslabors für die Inkorporationsüberwachung, die Ermittlung der Körperdosen, die Dosisbilanzierung, die Prüfung der Strahlenschutzrelevanz der Ergebnisse, die Vordosismessung, Er-

mittlung der Strahlenbelastung in Sonderfällen und Aufgaben im Bereich des Meldewesens. Derzeit werden etwa 1200 beruflich strahlenexponierte Personen überwacht. Hinzu kommen Leistungen für das im Forschungszentrum eingesetzte Fremdpersonal.

### 1.2.2 Radiochemische Analytik (S-BA)

Die Aufgabe des Teams Radiochemische Analytik (S-BA) besteht in der chemisch-analytischen Bestimmung von  $\alpha$ - und  $\beta$ -strahlenden Radionukliden im low-level Bereich für die Inkorporations-, Betriebs- und Umweltüberwachung. Das Team betreibt das Ausscheidungsmesslabor der Inkorporationsmessstelle. Typische Messverfahren sind die Alpha- und Beta-Spektrometrie, Flüssigzintillationsmessungen und die Massenspektrometrie. Proben werden auch für Messungen der Gammastrahlung in anderen Laboratorien vorbereitet. Im Kontrollbereich werden Referenzmaterialien, wie Referenzstrahler, erstellt. Jährlich werden um die 2600 Proben unterschiedlichster Art untersucht.

### **1.2.3 Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle (S-BI)**

Die amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle (S-BI) führt mit behördlicher Bestimmung (gemäß Strahlenschutzverordnung) die Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum Jülich für Eigen- und Fremdpersonal durch. Aufträge kommen aber auch von anderen Stellen im In- und Ausland.

Die Inkorporationsmessstelle ist nach DIN EN/ISO 17025:2005 akkreditiert. Die flexibilisierte Akkreditierung bestätigt über Normanwendungen hinaus im Ganzkörpermesslabor und im Ausscheidungsmesslabor die Kompetenz Dosimetrieverfahren neu zu entwickeln, weiterzuentwickeln und zu modifizieren.

Im Internet des Forschungszentrums:

[http://www.fz-juelich.de/gs/sb\\_inkorporationsmessstelle/](http://www.fz-juelich.de/gs/sb_inkorporationsmessstelle/)

### **1.2.4 Einsatzdienste (S-BE)**

Durch das Team Einsatzdienste (S-BE) erfolgt die Organisation der Strahlenschutz-Einsatzdienste und die Sicherstellung ihrer Einsatzfähigkeit.

Personell und ausstattungsmäßig wird eng mit anderen Teilen des Geschäftsbereiches zusammengearbeitet. Im Einsatzfall stehen dem eigenen Einsatzstab ein Einsatztrupp, ein Umgebungsaufklärungs- und ein Probennahmetrupp mit entsprechenden Fahrzeugen zur Verfügung. Ergänzt wird dies durch Hilfsdienste in den Messlaboratorien und der Meteorologie. In den dienstfreien Zeiten wird eine Rufbereitschaft unterhalten.

## **1.3 Umgebungsüberwachung / S-U**

Im Forschungszentrum Jülich werden an verschiedenen Stellen für wissenschaftliche Zwecke offene radioaktive Stoffe eingesetzt, die mit der Fortluft oder dem Abwasser in die Umwelt gelangen können. Die somit erforderliche kontinuierliche Überwachung der Ableitungen in die Umgebung umfasst im Wesentlichen die nuklidspezifische Kontrolle der Emissionsquellen sowie die Messung des aktuellen Strahlungspegels in der Umgebung. Letzteres geschieht einerseits durch stationäre Einrichtungen, dazu zählen mehrere Messstationen im Umkreis des Forschungszentrums und Festkörperdosimeter entlang des

Geländezaunes. Diese kontinuierlichen Messungen in stationären Anlagen werden ergänzt durch die Untersuchung von Umweltproben auf Radioaktivität nach einem detailliert festgelegten Messprogramm. Zur Erfüllung dieser Aufgaben arbeiten drei Gruppen eng aufeinander abgestimmt zusammen: Emissionskontrolle (S-UE), Meteorologie (S-UM) sowie Immissionsüberwachung und Radioökologie (S-UI).

Die Ableitung radioaktiver Stoffe unterliegt hinsichtlich möglicher radiologischer Auswirkungen auf die Bevölkerung den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Dort ist der Grenzwert der effektiven Dosis für die Bevölkerung auf 1 mSv im Kalenderjahr (§ 46 StrlSchV) festgelegt. Die Grenzwerte infolge der Ableitungen über den Abluft- bzw. Abwasserpfad betragen jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr (§ 47 StrlSchV).

Alle Ableitungen sind zu überwachen und nach Art und Aktivität spezifiziert mindestens jährlich der Aufsichtsbehörde mitzuteilen (§ 48 StrlSchV). Für die einzelnen Institute des Forschungszentrums wurden nuklidspezifische Jahreshöchstwerte (teilweise auch Monats- bzw. Wochen- und Tageshöchstwerte) festgelegt.

Durch eine Gesamtbetrachtung aller Emittenten wird gewährleistet, dass aus der Überlagerung aller Einzelemissionen am Standort keine Überschreitung des Dosisgrenzwertes in der Umgebung resultiert.

Auf der Grundlage der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung“ (REI) wurde im Jahre 1995 mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde ein Immissionsmessprogramm für das Forschungszentrum Jülich erstellt, in dem alle Einzelmessungen hinsichtlich der Art, der jeweiligen Nachweisgrenzen sowie ihrer Häufigkeit detailliert festgelegt sind. Dieses Messprogramm wird regelmäßig von der Gruppe Immissionsüberwachung/Radioökologie (Kap. 1.3.2) durchgeführt.

Kontrollmessungen erfolgen durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) sowie durch den Technischen Überwachungsverein (TÜV). Zur Qualitätssicherung (s. § 48 StrlSchV) beteiligt sich das Gamma-spektroskopie-Labor regelmäßig an den Ringversuchen des Bundesamtes für Strahlenschutz.

Bei den gammaspektroskopischen Messungen von Umweltproben ist gemäß Messanleitung<sup>1</sup> zu verfahren; hinsichtlich der Nachweis- und Erkennungsgrenzen ist DIN 25482<sup>2</sup> anzuwenden.

Die Dosisberechnungen für Genehmigungsverfahren werden entsprechend der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift<sup>3</sup> (AVV) durchgeführt. Die dabei zu verwendenden Dosiskoeffizienten leiten sich aus ICRP-Empfehlungen<sup>4</sup> ab. Das gleiche gilt für die Jahresbilanz, allerdings wird hier abweichend von der AVV nicht mit dem Langzeitausbreitungsfaktor gerechnet, sondern es wird zunächst durch stundenweise Überlagerung entsprechend den simultan zu den Emissionen gemessenen meteorologischen Ausbreitungsparametern für jedes Nuklid und jeden Emittenten die zeitintegrierte Konzentrationsverteilung berechnet. Die sich daraus für die einzelnen Nuklide über die verschiedenen Expositionspfade ergebenden Strahlenexpositionen der Organe werden addiert und zu Jahresdosen zusammengefasst. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen, d. h. die Orte der Dosismaxima, werden durch die äußeren Bestrahlungen (Gammasubmersion, Bodenstrahlung und Betasubmersion) und den Inhalationspfad festgelegt. Aus der Addition dieses Dosismaximums mit dem Maximalwert für die Ingestion ergibt sich die Jahresdosis für die einzelnen Organe. Die Messung der meteorologischen Parameter erfolgt nach Maßgabe der REI unter den in der KTA 1508 festgelegten Verfahren.

Die Dokumentation aller Emissionswerte sowie aller Ergebnisse aus dem Immissionsmessprogramm erfolgt in Form von Quartals- und Jahresberichten, mit denen die Aufsichtsbehörden regelmäßig informiert werden.

Der Fachbereich bearbeitet ferner wissenschaftliche Fragestellungen mit Schwerpunkten bei der atmosphärischen Ausbreitung in komplexem Ge-

lände. Diese Arbeiten werden im Rahmen von interdisziplinären FE-Projekten bzw. in Form von Gutachten für Behörden und Industrie durchgeführt.

### 1.3.1 Emissionskontrolle (S-UE)

Die Gruppe Emissionskontrolle überwacht die von den Betreibern der kerntechnischen Einrichtungen zu messenden Emissionen über die Abluft hinsichtlich Einhaltung der Genehmigungswerte. Im Bereich des Forschungszentrums gibt es 12 Einrichtungen, die Ausnahmegenehmigungen zur Ableitung festgesetzter Höchstmengen einzelner Nuklide bzw. Nuklidgruppen in die Atmosphäre besitzen. Das radioaktiv kontaminierte Abwasser wird zentral in den Dekontaminationsbetrieben (B-ND) gesammelt, gereinigt und abgegeben. Auch diese Abgabe wird hinsichtlich der Grenzwert-Einhaltung in der Arbeitsgruppe kontrolliert. Aus den Emissionsdaten des Abluft- und Abwasserpfeades wird am Jahresende die Dosisbelastung der Bevölkerung für das Berichtsjahr berechnet, mit den gesetzlichen Grenzwerten verglichen und in Berichten öffentlich dokumentiert.

Mehr Informationen zu S-UE:

<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=47>

### 1.3.2 Immissionsüberwachung und Radioökologie (S-UI)

Die Gruppe Immissionsüberwachung/Radioökologie führt das mit den Aufsichtsbehörden abgestimmte Messprogramm nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung“ REI (s.o.) durch. Dieses Programm besteht aus verschiedenen Komponenten: (1) die Sammlung und gammaspektrometrische Untersuchung verschiedener Umweltproben (Wasser, Milch, Gras, Boden, Niederschlag, Luftfilter), (2) 7 Stationen, die den inneren Überwachungsring an der Geländegrenze bilden, messen kontinuierlich die Ortsdosisleistung und die Aerosolkonzentration in der Luft. Eine Übertragung dieser Innenring-Daten erfolgt im Rahmen des RFÜ (Radiologisches Fernüberwachungssystem) zusammen mit meteorologischen Parametern im 10-Minuten-Takt zum Landesumweltamt nach Essen. (3) Ein äußerer Überwachungsring mit vier Stationen in benachbarten Ortschaften misst und registriert ebenfalls kontinuierlich die Ortsdosisleistung.

Außerdem wird regelmäßig die Strahlenexposition mit einem mobilen Messlabor an zusätzlichen, festgelegten Positionen ermittelt. Quartals- und

---

<sup>1</sup> Meßanleitung für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen, Hrsg.: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1992

<sup>2</sup> DIN-Norm Nr. 25482 Teil 5, Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen, Juni 1993 Normenausschuss Kerntechnik, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

<sup>3</sup> Bundesanzeiger Jg. 42, Nr. 64a (21.2.90) S. 3-25 und Entwurf der AVV zu §47 StrlSchV (Neufassung 2001), Stand 13.05.2005

<sup>4</sup> The ICRP Database of Dose Coefficients, Stockholm 1998-2001

Jahresberichte dokumentieren die Ergebnisse aller Messungen.

Darüber hinaus werden Rechenprogramme entwickelt, um Umgebungsbelastungen durch radioaktive Emissionen nach den Vorgaben der §§ 47 bzw. 49 StrlSchV abzuschätzen.

Details zu Aufgaben und Tätigkeiten von S-UI:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=35>

### **1.3.3 Meteorologie (S-UM)**

Die Gruppe Meteorologie liefert die notwendigen meteorologischen Parameter zur Beurteilung der atmosphärischen Ausbreitung als Basis für die Dosisberechnung der Bevölkerung aufgrund der emittierten Radioaktivität. Dazu verfügt sie über eine Wetterstation mit einer komplexen Mess- und Datenerfassungsanlage an einem 124 m hohen Beobachtungsturm. Die Station ist darüber hinaus als Klimastation in das Messnetz des Deutschen Wetterdienstes integriert. Ihre Daten werden regelmäßig von verschiedenen wissenschaftlichen Instituten innerhalb des Forschungszentrums genutzt und zum Teil an Behörden weitergegeben. Der Wasserturm dient im Rahmen von Kooperationen auch anderen Instituten als Plattform für wissenschaftliche Experimente.

S-UM im Internet des Forschungszentrums:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=26>

### **1.3.4 Strahlenbiologie (S-US)**

Die Gruppe Strahlenbiologie gehört seit Oktober 2006 zum Fachbereich S-U. Schwerpunkte dieser Gruppe sind Arbeiten zur Biologischen Dosimetrie mit dem Ziel, nach Strahlenexpositionen via s. g. Early-Response-Proteine eine individuelle Dosisabschätzung zu ermöglichen, sowie Arbeiten auf dem Gebiet der Auger-Elektronen-Emitter, die zum besseren Verständnis von Strahlenwirkungsmechanismen beitragen und darüber hinaus das Potential dieser Nuklide in der Tumorthherapie ausloten sollen. Computergestützte Untersuchungen zur Mikrodosimetrie inkorporierter Radionuklide liefern die modelltheoretische Basis für diese Arbeiten.

## **1.4 Messtechnik / S-M**

Der Fachbereich Messtechnik (S-M) betreut alle im Strahlenschutz erforderlichen messtechnischen Systeme. Hierzu zählen Prüfung, Wartung, Reparatur und Kalibrierung der verwendeten bewegli-

chen und fest installierten Strahlenschutzmessgeräte und -messsysteme des Forschungszentrums Jülich.

Des Weiteren befasst sich der Fachbereich mit speziellen, aus der Betriebspraxis abgeleiteten messtechnischen Fragestellungen und der Verbesserung der Strahlenschutzüberwachung durch Entwicklung neuer Methoden und Geräte. Grundlegende Arbeiten dazu und spezielle Neuentwicklungen werden dabei im Rahmen des F&E-Vorhabens E.51201.01 "Entwicklungsarbeiten zum Strahlenschutz" durchgeführt.

Außerdem ist der Fachbereich an speziellen nationalen und internationalen Forschungsprojekten zur Untersuchung der Folgen des Reaktorunfalls in Tschernobyl beteiligt.

Grundlage für die Aufgaben des Fachbereiches M bildet neben der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung eine Vielzahl von technischen Regelwerken, in denen Anforderungen an die Messtechnik beim Umgang mit ionisierender Strahlung festgelegt sind.

Als wichtigste Regelungen sind hier zu nennen:

- § 67 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) stellt die grundlegenden Anforderungen an die Ausführung und die regelmäßige Überprüfung der Strahlenschutzinstrumentierung, einschließlich der damit in Zusammenhang stehenden Aufgaben und Pflichten bezüglich der Wartung und Kalibrierung
- Die Eichordnung vom 12. August 1988, regelt als Verordnung zum "Gesetz über das Mess- und Eichwesen" die Prüfung und Eichung auch für Strahlenschutzmessgeräte, wenn sie für Strahlenschutzmessungen aufgrund gesetzlicher Vorschriften verwendet werden. Die administrative Koordination der erforderlichen Nacheichungen sowie die eventuell notwendigen Kontrollmessungen zur Verlängerung der Eichpflicht werden von S-M durchgeführt.
- Durch die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) werden die Anforderungen an das Messverfahren zur Bestimmung der Ortsdosen durch externe Strahlung für die Umgebungsüberwachung vorgegeben. Die Durchführung der Messungen erfolgt gemäß DIN 25483 (1998) "Verfahren zur Umgebungsüberwachung mit integrierenden Festkörperdosimetern".
- Weitere Anforderungen an die Strahlenschutzinstrumentierung und die Prüfungen von Strahlenschutzmesssystemen sowie die anzuwendenden Prüfverfahren ergeben sich aus



einschlägigen DIN-, ISO-Normen und den Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA). Sie bilden die Basis für die Festlegung des Prüfumfanges bei den regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen der Strahlenschutzinstrumentierung an kerntechnischen Anlagen.

Der Fachbereich besteht aus den nachfolgend genannten Arbeitsgruppen.

### 1.4.1 Messgerätedienst (M-G)

Durch den Messgerätedienst (M-G) werden die Strahlenschutzmessgeräte gewartet und repariert.

Zusätzlich werden Eignungsprüfungen und Entwicklungen von neuen Strahlenschutzmessgeräten sowie Beratung der Organisationseinheiten beim Ankauf neuer Geräte durchgeführt.

### 1.4.2 Messanlagen (M-A)

Durch die Arbeitsgruppe Messanlagen (M-A) erfolgt die Wartung und Reparatur stationärer Messanlagen im Forschungszentrum sowie die Entwicklung und Erprobung von Strahlenschutzmesssystemen.

Zu den Tätigkeitsfeldern gehört auch die Datenerfassung der meteorologischen Messwerte.

### 1.4.3 Dosimetrie (M-D)

Durch die Gruppe Dosimetrie (M-D) werden festinstallierte und tragbare Strahlenschutzmessgeräte geprüft und kalibriert.

M-D führt Ortsdosismessungen für  $\gamma$ - und Neutronenstrahlung zur Umgebungsüberwachung des Forschungszentrums durch und bearbeitet messtechnische Spezialprobleme.

Durch Entwicklung neuer Methoden und Geräte wird die Strahlenschutzüberwachung verbessert.

### 1.4.4 Messgeräte-Mechanik (M-M)

Die Bearbeitung technisch-konstruktiver Aufgaben und Herstellung von speziellen mechanischen Einrichtungen und Geräten erfolgt durch die Arbeitsgruppe Messgeräte-Mechanik (M-M).

Ergänzend dazu werden im Geschäftsbereich entwickelte Strahlenschutzmessgeräte und Prototypen hergestellt.

### 1.4.5 Projektbetreuung / Sachverwaltung (M-S)

Durch die Projektbetreuung/Sachverwaltung (M-S) erfolgt die Verwaltung der Finanzierungsmittel und des Abteilungsinventars des GB S.

Zusätzlich werden verschiedene drittmittelfinanzierte FE-Projekte technisch und organisatorisch vorbereitet.

## 1.5 Arbeitsschutz / S-A

Die vielfältigen Aufgaben des Fachbereichs Arbeitsschutz werden schwerpunktmäßig auf fünf fachspezifische Teams aufgeteilt. Von den zwölf Mitarbeitern dieses Fachbereichs sind neun Fachkräfte für Arbeitssicherheit, die nach dem Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) den Vorstand beim Arbeitsschutz und bei der Unfallverhütung unterstützen.

Das Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) bildet die Grundlage für die Tätigkeit der Fachkräfte für Arbeitssicherheit, die den Arbeitgeber in seiner Pflicht, einen gut funktionierenden Unfallschutz zu organisieren, unterstützen müssen. Hierzu gehören die Umsetzung der Arbeitssicherheitsgesetze und -vorschriften und ihre Anpassung an die besonderen Betriebsverhältnisse. Die anzuwendenden Vorschriften und Gesetze umfassen sowohl die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften als auch die aus der europäischen Gesetzgebung und in nationales Recht umgesetzten Gesetze und Verordnungen wie die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV).

Der *Immissionsschutzbeauftragte* hat für das gesamte Forschungszentrum auf die Einhaltung der gesetzlichen Immissionsgrenzwerte und die Umsetzung entsprechender Verordnungen des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (BImSchG) hinzuwirken.

Der *Gefahrgutbeauftragte* ist für die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften zur Beförderung gefährlicher Güter mit den unterschiedlichen Verkehrsträgern zuständig.

### 1.5.1 Arbeitssicherheit und Unfallwesen (S-AA)

Die Aufgabe des Teams *Arbeitssicherheit und Unfallwesen (S-AA)* ist im Wesentlichen durch die



Vorgabe des ASiG bestimmt und beinhaltet die Kontrolle aller rund 60 Organisationseinheiten (OE) des Forschungszentrums mit den mehr als 4.300 Beschäftigten in Bezug auf Arbeitssicherheit durch Begehungen. Auf eine gesetzeskonforme Arbeitsweise in Büros, Laboratorien und Werkstätten und die Verwendung von geeigneter Schutzausrüstung und –einrichtungen wird geachtet. Weitere Aufgaben der Arbeitsgruppe sind die Bearbeitung von Unfällen und die Untersuchung ihrer Ursachen. Aktive Unfallprävention wird durch zahlreiche Beratungsgespräche und Schulungen der Mitarbeiter betrieben.

Mehr Informationen zur Arbeitssicherheit:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/arbeitssicherheit>

### **1.5.2 Technische Revision und Anlagensicherheit (S-AT)**

Die Hauptaufgabe der Arbeitsgruppe *Technische Revision und Anlagensicherheit (S-AT)* besteht in der Organisation und Dokumentation der wiederkehrenden Prüfungen der prüfpflichtigen Anlagen im Forschungszentrum. Zu diesen Anlagen gehören u. a. Druckgeräte, Lüftungsanlagen, Abwasserauffanganlagen in Aktivbereichen, Krane, Gabelstapler, Aufzüge und die elektrischen Anlagen der Gebäude und Experimente. Ferner wird die Ausbildung und Prüfung der Gabelstaplerfahrer und Kranführer organisiert. Zu weiteren Aufgaben gehört auch die sicherheitstechnische und fachspezifische Beratung des Arbeitgebers und der Betreiber von genehmigungs- bzw. prüfpflichtigen Anlagen und Komponenten. Alle Mitarbeiter dieses Teams sind als befähigte Personen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung tätig und wirken an der Ausbildung und Unterweisung der Mitarbeiter mit.

Mehr Informationen zu S-AT:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/techrevision>

### **1.5.3 Gefahrstoffe und biologische Sicherheit (S-AG)**

Die Gruppe *Gefahrstoffe und biologische Sicherheit (S-AG)* hat wegen der wissenschaftlich orientierten Arbeit des Forschungszentrums bedeutende Aufgaben bei der Umsetzung maßgeblicher Gesetze, wie Betriebssicherheits- und Gefahrstoffverordnung. Sie berät bei dem Umgang mit Gefahrstoffen, bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen, Betriebsanweisungen und der Explosionsschutzdokumente ebenso wie bei der Pla-

nung von Experimenten und Großanlagen und hilft bei den Unterweisungen.

Auf dem Gebiet der Gentechnologie überwacht die Gruppe die gentechnischen Anlagen und die Umsetzung der Biostoffverordnung. Das Gefahrstoffkataster für das Forschungszentrum wird hier verwaltet.

In diese Gruppe sind der Immissionsschutzbeauftragte, der für die Überwachung von drei BImSchG-Anlagen zuständig ist, und der Gefahrgutbeauftragte integriert (Kap. 1.5 oben).

Mehr Informationen zur Gruppe S-AG:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/gefahrstoffe>

### **1.5.4 Notfallschutz und Sicherheitsorganisation (S-AN)**

Die Arbeitsgruppe *Notfallschutz und Sicherheitsorganisation (S-AN)* ist für die betriebliche Notfallschutz-Organisation (NSO) die fachlich zuständige Koordinationsstelle. Sie organisiert die interne Notfallschutzorganisation des Forschungszentrums. Dazu gehört das Betreiben der Sicherheitszentrale, welche Melde- und Koordinationszentrale für die Gefahrenabwehr des FZJ ist.

Alle sicherheitsrelevanten Meldungen wie z.B. Feuersalarm, Gasalarm oder Versuchsüberwachungen sind zur Sicherheitszentrale geschaltet, von wo aus die Alarmierung der erforderlichen Einsatzdienste (z. B. Werkfeuerwehr oder Rufbereitschaften des FZJ) ausgelöst und koordiniert wird. Die Arbeitsgruppe ist für die Aufrechterhaltung des Dienstbetriebes in der Sicherheitszentrale zuständig, d.h. technische und personelle Organisation. Es werden Alarmierungs- und Einsatzpläne erstellt und gepflegt (einschließlich der Datenpflege des Einsatzleitrechners) und die Mitarbeiter der Notfallschutzorganisation (IvD, FvD und ElvD) geschult.

Die Wahrnehmung und Beantwortung aller Fragen, die sich aus dem Brand-, Katastrophen- und Zivilschutz für das gesamte FZJ ergeben (auch gegenüber externen Stellen wie z.B. dem Kreis Düren), gehört ebenso zu den Aufgaben wie die Planung und Durchführung von Räumungsübungen.

Mehr Informationen zu S-AN:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/notfallschutz>

### 1.5.5 *Physikalische Einwirkungen und CE-Verfahren (S-AP)*

Im Forschungszentrum gibt es eine Vielzahl von Geräten und Experimenten deren Wirkung auf den Menschen gesetzlichen Regelungen unterliegt. Dazu zählen z. B. starke magnetische Felder aus der Kernresonanzspektroskopie, elektromagnetische Felder, Laser, Mikrowellen, aber auch Lärm und Vibration. In der Gruppe *Physikalische Einwirkungen und CE-Verfahren* werden die Quellen erfasst und die erforderlichen Meldungen an die Behörden bearbeitet. Daneben wird die Umsetzung der Maschinenrichtlinie für das Forschungszentrum von dieser Stelle aus koordiniert und Hilfestellung bei der Umsetzung der Maschinenrichtlinien, wie z. B. der Gefahrenanalyse, gegeben.

Mehr zum CE-Konformitätsverfahren:

<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=62>

## 1.6 Objektsicherung / S-O

Der Fachbereich S-O ist für den Präventivschutz gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter im Forschungszentrum, seinen kerntechnischen Anlagen und Transporten von radioaktiven Materialien, zuständig. Er besteht aus den Teams:

- Personelle Sicherung (S-OP),
- Sicherungsdurchführung (S-OD),
- Sicherungstechnik (S-OT),
- Objektsicherungsdienst (S-OO).

Diese haben folgende Aufgaben:

- Bewachung von Anlagen und Gebäuden des FZJ sowie der angrenzenden Firmen AVR und ETC (ehemals: URENCO),
- Kontrolle der Zugangs- und Aufenthaltsberechtigungen auf dem Betriebsgelände,
- Führung des Ausweissystems, Beschaffung und Verwaltung von Ausweisen,
- Veranlassung von Sicherheitsüberprüfungen und Zuverlässigkeitsüberprüfungen,
- Sicherung von radioaktiven Transporten,
- Aufklärung und Abwehr von Straftaten und sonstigen sicherungsrelevanten Vorkommnissen,
- Erstellung von Sicherungskonzepten und Verwaltung des Schließwesens.

Die Fremdvergabe von Aufgaben des Objektsicherungsdienstes wurde in 2006 fortgesetzt. Insgesamt werden 12,5 Projektstellen von einer Fremdfirma übernommen.

Es handelt sich hierbei um die Überwachung des Zutritts am Haupttor, am Tor Hambach sowie zum ehemaligen BAW.

Gesetzliche Grundlage für die Tätigkeit des Objektsicherungsdienstes ist das Atomgesetz (AtG). Für Genehmigungen nach §§ 3, 4, 6, 7 und 9 AtG ist Voraussetzung, dass

- a) keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit der Antragsteller sowie der verantwortlichen Person ergeben und
- b) der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter gewährleistet ist.

In der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) sind u.a. für Umgangsgenehmigungen nach § 7 StrlSchV die oben genannten Genehmigungsvoraussetzungen sinngemäß vorgesehen.

Diese beiden Grundforderungen (Zuverlässigkeit und Schutz gegen Störmaßnahmen) werden in nachgeordneten Rechtsvorschriften konkretisiert:

- Die „Verordnung für die Überprüfung der Zuverlässigkeit zum Schutz gegen Entwendung oder erhebliche Freisetzung radioaktiver Stoffe nach dem Atomgesetz. (AtZüV)“ legt fest, bei welchen Personen und in welchem Umfang eine Zuverlässigkeitsüberprüfung durchzuführen ist.
- Die „Anforderungen an den Objektsicherungsdienst und an den Objektsicherungsbeauftragten in kerntechnischen Anlagen der Sicherungskategorie I“<sup>5</sup>
- Die „Anforderungen an die Aus- und Fortbildung des Objektsicherungsdienstes in kerntechnischen Anlagen der Sicherungskategorie I“<sup>6</sup> enthalten Vorgaben zur Ausrüstung und Bewaffnung, zum Inhalt der Rechtskundeausbildung sowie zu Einstellungsvoraussetzungen für die Mitarbeiter des Objektsicherungsdienstes.
- Die „Richtlinien über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und sonstige kerntechnische Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen unberechtigter Einzelpersonen“<sup>7</sup> schreiben technische und administrative Sicherungsmaßnahmen gegen die Gefahren eines sogenannten „Innentäters“ vor.

---

<sup>5</sup> Anforderungen an den Objektsicherungsdienst..., Bek. des BMI v. 8.4.1986

<sup>6</sup> Anforderungen an die Aus- und Fortbildung des Objektsicherungsdienstes..., Bek. des BMU v. 23.8.1990

<sup>7</sup> Richtlinien über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen ... Einzelpersonen, Bek. des BMU v. 28.1.1991

- In der „Richtlinie für den Schutz von radioaktiven Stoffen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter bei der Beförderung“<sup>8</sup> werden die Schutzziele, die Sicherungsgrundsätze und die an die Sicherungsmaßnahmen zu stellenden Anforderungen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe auf der Straße und der Schiene festgelegt.
- Die „Sicherungsmaßnahmen für den Schutz von kerntechnischen Anlagen mit Kernmaterial der Kategorie III gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter“<sup>9</sup> finden Anwendung bei der Sicherung des sog. Abfalllagers im FZJ. Bei den Sicherungsanforderungen und –maßnahmen für Anlagen mit Kernmaterial der Kategorie III werden massenabhängig zwei Anforderungsstufen AF 1 und AF 2 unterschieden, die sich am Gefährdungspotential im Hinblick auf die Herstellung einer kritischen Anordnung unter realistischen Bedingungen orientieren.

Auf dieser Grundlage wurde für die spezifischen Sicherungsbelange des Forschungszentrums von der zuständigen Behörde eine „Ordnungsverfügung (OV) des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen vom 20. Juni 1979“ erlassen.

In der OV wurden detaillierte Forderungen bezüglich der Sicherungsmaßnahmen an und in den kerntechnischen Anlagen und über die Personalstärke des Objektsicherungsdienstes aufgestellt, die nach wie vor Gültigkeit haben.

Mehr Informationen zu den Aufgaben- und Tätigkeitsfeldern von S-O:

<http://www.fz-juelich.de/gs/objektsicherung/>

## 1.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS

Die datenverarbeitungsbezogene Betreuung von Aufgaben und Projekten des Geschäftsbereichs S erfolgt zum überwiegenden Teil in der direkt der Abteilungsleitung unterstellten Arbeitsgruppe Numerischer Strahlenschutz und Informationssysteme (NS).

Neue Systeme, Verfahren und Programmmodule werden entwickelt und bestehende Programme aktualisiert, um sie den jeweiligen, wechselnden Anforderungen und technischen Änderungen an-

zupassen. Für den Routinebetrieb und Sonderanfragen werden Daten kontrolliert, verändert und umstrukturiert. Die dafür erforderlichen Voraussetzungen in den Bereichen Hardware, Betriebssysteme, Netzwerke und Entwicklungswerkzeuge werden evaluiert und implementiert. Außerdem werden die Rechnerbenutzer bei Anwendungen an PC, Workstation und Großrechner geschult, beraten und unterstützt.

Im Vordergrund stehen Aufgaben in den Bereichen

- Personendosimetrie,
- Umweltüberwachung,
- Arbeitsschutz,
- Genehmigungsverfahren und
- Monte-Carlo-Simulationen zum Strahlenschutz (MCNP) und Abschirmrechnungen.

Auf der technischen Seite erfordern die

- immer umfassender werdende Erfassung von Daten,
- immer komplexer werdende Bearbeitung und Auswertung der Daten, welche auch nach Jahren noch nachvollziehbar sein soll (gesetzliche Vorgaben!)
- sowie ein immer komplexer werdendes Meldewesen an Behörden, Institutionen und Organisationen mit immer kürzeren Meldefristen

eine Dezentralisierung der Datenerfassung, Formalisierung und Dokumentation der Verfahren, umfangreiche Datenbestände sowie flexible Ausgabemöglichkeiten.

Von daher ergeben sich folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Internet-/Intranet-Technologien
- Datenbanken
- Entwicklungs- und Dokumentationswerkzeuge
- standardisierte, leicht anpassbare Schnittstellen und Protokolle
- Entwicklung von Simulationsverfahren und numerische Berechnungen
- sowie die Schulung und Unterstützung von Mitarbeitern

Die Arbeitsgruppe Numerischer Strahlenschutz versteht sich dabei als Dienstleister, um neben der Unterstützung von Routineaufgaben und der Begleitung von Projekten die Weiterentwicklung von Strahlen-, Umwelt- und Arbeitsschutz mit moderner Informationstechnologie zu unterstützen.

Weitere Informationen zu S-NS:

<http://www.fz-juelich.de/gs/nis/>

<sup>8</sup> Richtlinie für den Schutz von radioaktiven Stoffen ... bei der Beförderung, BMU, RS I 3 v. 28.5.1991

<sup>9</sup> Sicherungsmaßnahmen für ... Kategorie III... , BMU, RS I 3, 4/1993



## 2 ERGEBNISSE

### 2.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G

#### 2.1.1 Genehmigungsverfahren / S-GG

*R. Heet, B. Heuel-Fabianek, B. Kober, R. Lennartz*

Die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadenersatzverpflichtungen (Deckungsvorsorge) wird für das Forschungszentrum durch entsprechende Gewährleistungsverpflichtungen der Gesellschafter Bund und Land in Form von Garantieerklärungen übernommen.

Die Höhe der zu erbringenden Deckungsvorsorge ist für die letzten 10 Jahre in Abbildung 2-1 dargestellt. Dabei bedeutet der erste Balken (blau) die Gesamtsumme aller Deckungsvorsorgebeträge (außer Beförderungsgenehmigungen). Er enthält alle Genehmigungen für die Radionuklidlaboratorien, die Betriebsabteilung Dekontamination, die verschiedenen Beschleunigeranlagen, die AVR-Entsorgung sowie die Reaktoren.

Seit 1998 sank die Deckungsvorsorge wieder aufgrund der Rückgabe verschiedener Genehmigungen sowie dem Abschluss der AVR-Core-Entleerung. Eine erneute Erhöhung der Deckungsvorsorge ist bei den Reaktoren des Forschungszentrums wegen der anstehenden Novellierung der atomrechtlichen Deckungsvorsorge-Verordnung (AtDeckV) zu erwarten. Die Deckungsvorsorge für die Genehmigungen im Betriebsgebäude der Betriebsabteilung Dekontamination ist aufgrund der neuen Deckungsvorsorgeverordnung im Jahr 2004 um 20 Millionen € angestiegen.

Da entsprechend der neuen StrlSchV sonstige radioaktive Stoffe (einschließlich Kernbrennstoffe < 15 g bzw. < 15 g/100 kg) genehmigungsfrei

befördert werden, sofern deren Beförderung nach dem Gefahrgutbeförderungsgesetz erfolgt, ist nur noch für wenige Beförderungsvorgänge eine Deckungsvorsorge zu erbringen. Wegen der geringen Anzahl der Beförderungen, die nicht unter das Gefahrgutbeförderungsgesetz fallen, treten bei den Beförderungsgenehmigungen große Schwankungen in der Deckungsvorsorge auf.

Der Genehmigungsbestand des Forschungszentrum Jülich Ende 2006 sowie den Stand des Vorjahres zeigt Tabelle 2-1. Nicht aufgeführt wurde

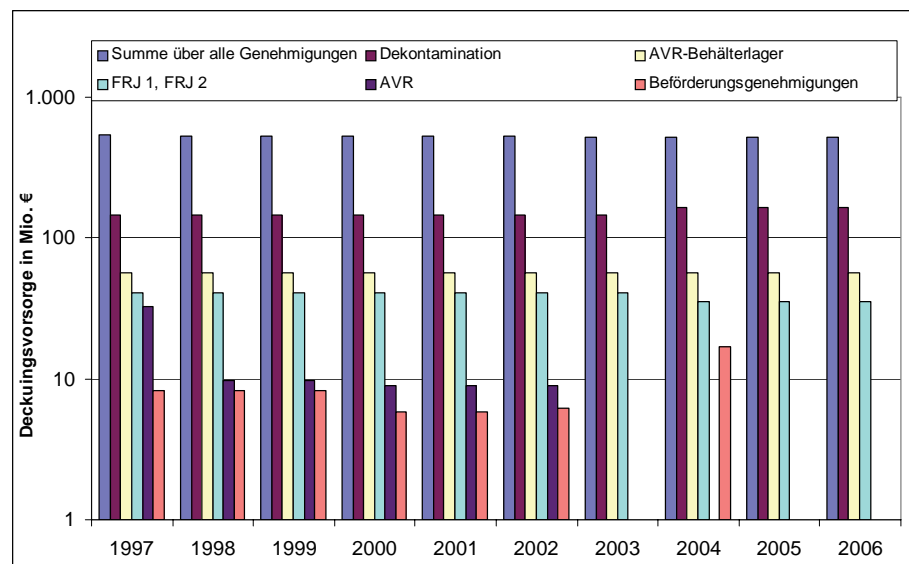


Abbildung 2-1: Atomrechtliche Deckungsvorsorge für die Jahre 1997 - 2006

die Anzahl der Anträge, Anzeigen, Nachtragsgenehmigungen, beantragten und bewilligten Verlängerungen von Genehmigungen etc.

Ein Schwerpunkt der Tätigkeiten im Jahr 2006 und im nachfolgenden Jahr 2007 sind wasserrechtliche Verfahren. Diese stellen zwar bezüglich der Zahl der vorhandenen bzw. neu zu beantragenden Erlaubnisse bzw. Bewilligungen einen kleinen Teil dar, doch sind wasserrechtliche Verfahren ähnlich wie atomrechtliche Verfahren oft mit großem Antragsaufwand und Öffentlichkeitsbeteiligung verbunden.

Neben einer Änderung der Einleiterlaubnis wegen des Baus einer Druckrohrleitung für Abwässer aus den Kläranlagen vom Forschungszentrum bis zur

Einleitstelle in den „Abschlaggraben“ an der Rur (siehe Kapitel 3), begannen 2006 die Vorbereitungen zur Erneuerung der Erlaubnis zur Förderung von Grundwasser als Trink-, Brauchwasser und Spülwasser aus den Tief- und Flachbrunnen des Forschungszentrums. Weiterhin begannen die Vorbereitungen und Abstimmungen für einen Antrag auf Erteilung einer Einleiterlaubnis für Ab-

Tabelle 2-1: Genehmigungsbestand (Ende 2006)

Genehmigungen nach	Art der Genehmigung	2005	2006
AtG	§4; Beförderung von Kernbrennstoffen	-	-
	§6; Aufbewahrung Kernbrennstoffe	1	1
	§7; Genehmigung von Anlagen	2	2
	§9; Umgang mit Kernbrennstoffen außerhalb genehmigungspflichtiger Anlagen	6	6
StrlSchV	§7; Gen. zum Umgang mit radioaktiven Stoffen	36	35
	§11; Errichtung/Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung)	10	10
	§16; Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe	-	-
	§23; Anwendung rad. Stoffe/ Strahlung am Menschen i. d. med. Forschung (zusammen mit §40 AMG)	16	16
	§46 Abs. 3 StrlSchV <sup>alt</sup> ; Ableitungen höherer Aktivitätskonzentrationen	14	14
RöV	§§ 3, 5; Betrieb von Röntgeneinrichtungen/Störstrahlern	66	68
BImSchG	§§ 4, 15	6	7
GenTG	§8; gentechnischen Anlagen: S1 S2	13	13
		1	1
IfSG	§ 44; Tätigkeiten mit Krankheitserregern	2	
TierSchG	§8; Genehmigung von Tierversuchen	14	13
	§10; Anzeigen zur Aus-, Fort- Weiterbildung	1	1
	§11; Tierhaltung	3	3
AMG	§13 Herstellungserlaubnis	1	1
	§40 Klinische Prüfungen	18	19
WHG	§§ 7, 8 Erlaubnis/Bewilligung	7	6
	§ 19c; Bestehende Rohrleitungen	2	2
GSG		-	-
GÜG		1	0°

° Erlaubnis zurückgegeben

wässer des Forschungszentrums, da die bestehende Erlaubnis 2008 ausläuft.

Auch Rückbaumaßnahmen in Kontrollbereichen stellten wieder ein wichtiges Thema bei den Tätigkeiten von S-G dar. Über ein Rückbauprojekt im Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR) wird in Kapitel 3 berichtet.

### 2.1.2 Materialüberwachung / S-GM

W. Diesel

Bei der Überwachung radioaktiver Materialien wird als Grundprinzip die Materialbilanzierung angewendet, die ergänzt wird durch Beobachtungen (Inspektionen, Kamera) und räumliche Eingrenzungen (z. B. Siegel). Hierzu sind die kerntechnischen Anlagen, soweit sie einer Überwachung durch EURATOM unterliegen, in genau definierte Materialbilanzzonen aufgeteilt (Tabelle 2-2).

Eine Materialbilanzzone ist ein Bereich (Anlage, Teile einer Anlage, Gruppe von kleineren Einrichtungen) innerhalb dessen Grenzen die Materialbewegungen frei sind, bei deren Überschreitung aber eine Materialbilanz aufgestellt wird. Neben der Erfassung von Kernmaterialmengen, die von anderen Materialbilanzzonen kommen oder dahin gehen, werden auch sonstige Bestandsänderungen, z. B. nukleare Umwandlungen, erfasst.

An den Schlüsselmesspunkten (SMP) einer Materialbilanzzone liegt das Kernmaterial in einer Form vor, die eine Messung zur Bestimmung des Materialflusses oder des Bestandes erlaubt.

Im Forschungszentrum besteht das Kernmaterialinventar zum erheblichen Teil aus einer Vielzahl von kleinen Einzelposten in unterschiedlichen Konfigurationen. Diese sind in den Inventarlisten mit ihrem Verwendungsort und ihrer Chargenzuordnung aufgelistet. Diese Inventarlisten sind Arbeitsgrundlage bei der jährlichen Inventur,

bei denen die Einzelposten identifiziert und gegebenenfalls gemessen werden.

In den einzelnen Materialbilanzzonen (MBA) des Forschungszentrums fanden zur Kontrolle des Buchbestandes durch die internationalen Behörden Euratom und IAEA, je nach Art der Anlage und Höhe des Inventars, eine bis acht Inspektio-

Tabelle 2-2: Materialbilanzzonen des Forschungszentrums für die Überwachung durch EURATOM

Materialbilanzzone	Kerntechnische Anlage		Merkmale
	Bezeichnung	Beschreibung	
WF2J	FRJ-2	Forschungsreaktor DIDO	1 Genehmigung 5 Schlüsselmesspunkte
WABL	AVR-BL	Lager des FZJ für abgebrannte AVR-BE in CAS-TOR-THTR/AVR-Behältern	1 Genehmigung 2 Schlüsselmesspunkte
WKLF	AVR-KL	Lager des FZJ für abgebrannte AVR-BE in AVR-(50 Kugeln) und Trockenlagerkannen (950 Kugeln)	5 Genehmigungen 4 Schlüsselmesspunkte
WKLH	B-NZ	Heiße Zellen	2 Genehmigungen 3 Schlüsselmesspunkte
WKLG	IEF-6	Chemiezellen und Laboratorien im IEF-6	2 Genehmigungen 2 Schlüsselmesspunkte
WKLJ	Laboratorien	verschiedene Einrichtungen in den Organisationseinheiten (OE) des FZJ	15 Genehmigungen 6 Schlüsselmesspunkte
WKLW	B-ND	nicht rückgewinnbarer, kernmaterialhaltiger Abfall	3 Genehmigungen
WWWW	CAM	kleinere Kernmaterialmengen	7 Genehmigungen 1 Schlüsselmesspunkte

nen statt. Jeweils eine wurde als sogenannte PIV (physical inventory verification) unmittelbar nach der jährlichen Inventur durchgeführt. Über diese Routineinspektionen hinaus finden auch sogenannte ad-hoc-Inspektionen statt, z.B. vor dem Versand von mehr als einem effektiven Kilogramm Kernmaterial an andere Betreiber.

Einen Überblick über die Inspektionen durch IAEA und EURATOM gibt Tabelle 2-3. Für ad-hoc-Inspektionen gab es keinen Anlass. Umfang und Form der periodischen und fallweisen Berichterstattung über Bestände und Bestandsänderungen von Kernmaterial, radioaktiven Stoffen und Schwerwasser ergibt sich aus internationalen Abkommen, nationalen Gesetzen und Verordnungen.

Aus internationalen Lieferabkommen bestehen darüber hinaus spezielle Berichtspflichten (*particular obligations*) für Kernmaterial- und Schwerwasserlieferungen mit Staaten, die nicht Mitglied

der Europäischen Gemeinschaft sind (Drittländer).

Für Kernmaterial wurden im Rahmen der internationalen Überwachung monatliche Bestandsänderungsberichte für die 7 relevanten MBA (insges. 84) und jährliche Materialbilanzberichte und Aufstellungen des realen Bestandes (je 6) weitergeleitet. Ferner gab es drei Vorausmeldungen größerer Kernmaterialtransporte und eine Schwerwassermeldung.

Für die nationalen Aufsichtsbehörden wurden für radioaktive Stoffe folgende Anzeigen erstellt:

- für das gesamte FZJ und für alle 65 Umgangs- bzw. Betriebsgenehmigungen je ein Verzeichnis des Bestandes am Jahresende,
- für die nach den Vorschriften des AtG erteilten Genehmigungen (außer MERLIN und DIDO) 10 monatliche Anzeigen über Zu- und Abgänge und monatlich je ein Bestandsverzeichnis.

Die buchmäßige Erfassung der Materialbestände findet unter Anwendung eines rechnergestützten Buchhaltungssystems statt, welches die Materialbestände und -bewegungen dokumentiert und die Berichte an die nationalen und internationalen Überwachungsbehörden erstellt. Daneben ermöglicht es interne Auswertungen im Hinblick auf die Einhaltung der atomrechtlichen Umgangs- und Betriebsgenehmigungen sowie betrieblicher Erfordernisse.

Von den in den Genehmigungsbereichen des Forschungszentrums beim Umgang mit Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen aufgetretenen

Tabelle 2-3: Inspektionsaufwand durch IAEA und EURATOM im Jahr 2006

Anlage	Inspektion		Inspektormanntage
	interim	PIV	
FRJ-2	3	1	9
AVR-BL	3	1	9
AVR-KL	3	1	9
B-ND	-	-	-
B-NZ	-	1	2
IEF-6	-	1	2
Laboratorien	-	1	2

Bestandsänderungen waren im Berichtsjahr 3064 (297 AVR-Entsorgung, 2785 andere) durch die zentrale Buchhaltung erfassungspflichtig.

Zum 31.12.2006 wurde eine Neuberechnung für die Aktivitätswerte der AVR-BE, die ab 1991 angeliefert wurden, durchgeführt. Die korrigierten Aktivitätswerte wurden mit Kontrollrechnungen an für die BE-Verteilung signifikanten AVR-Kannen, Trockenlagerkannen und CASTOR-THTR/AVR-Behältern überprüft.

In der Materialbilanzzone WKLW (nicht rückgewinnbarer, kernmaterialhaltiger Abfall) erfolgt nach Abstimmung mit den internationalen Behörden eine jährliche Inspektion durch EURATOM.

Die IAEO nimmt an dieser Inspektion nicht teil, da „nicht-rückgewinnbarer Abfall“ nicht der Überwachung durch die IAEO unterliegt.

### 2.1.3 Betriebsüberwachung / S-GB

*M. Hermanns, W. Romm, P. Schulte*

#### Strahlenschutzbeauftragte (SSB)

Eine Übersicht über die insgesamt in den einzelnen Organisationseinheiten (OE) nach StrlSchV bzw. RöV bestellten Strahlenschutzbeauftragten gibt Tabelle 2-4.

Anlässlich von Neubestellungen oder Abberufungen von SSB, neuen Genehmigungen bzw. Ge-

Tabelle 2-4: Strahlenschutzbeauftragte nach StrlSchV und RöV (2006)

OE	SSB nach StrlSchV			SSB nach RöV		
	A	B	C	A	B	C
S	1	1	5	1	1	2
B-ND	1	3	6			
B-NZ (HML)	1	1	2			
B-NZ (GHZ)	1	1	3	1	1	2
IBI 1	1	1	1			
IBI 2				1	1	1
IBT 1	1	1	1			
ICG I	1	1				
ICG II	1	2				
ICG III	1	2	1	1	1	
ICG IV	1	1	3	1	1	1
ICG IV-INC	1	1				
IFF	1	1	1	3	1	2
IKP	3	1	6	2	1	2
IME	1	1	4			
IME (med. Forschung)	7 <sup>1)</sup>					
IME-INC	1	1				
INC	1	1	6	1		
INC-IFF	1	1	2			
INC-IME	1	1	1			
IPP	1	1	3	1	1	3
ISG 1/2	1	1	1	1	1	4
ISG 3/4				1	1	1
ISR	1	3	2	1	1	1
IWV				1	1	1
KME	8 <sup>1)</sup>			2 <sup>1)</sup>		
ZAT	1	1	1	1	1	3
ZCH				1		1
ZEL	1	1	1			
ZFR	1	3	8			
Anzahl A-, B-, C-SSB	26	32	58	18	13	24
Anzahl SSB	116			55		
<b>Anzahl SSB (Gesamt)</b>	<b>171</b>					
<b>Anzahl Personen</b>	<b>130</b>					

<sup>1)</sup> Bei den SSB der KME (Klinik) im IME und den SSB des IME wird nicht nach A-, B- und C-SSB unterschieden. Somit sind diese auch nicht in den „Anzahlen“ enthalten.  
Einige SSB sind gleichzeitig sowohl nach der StrlSchV als auch nach der RöV bestellt.



nehmigungsänderungen wurden Strahlenschutzorganigramme überarbeitet oder neu erstellt.

Dem nach der StrlSchV bzw. RöV bestellten SSB wird von S-GB mit seiner Bestellung eine Strahlenschutzinformationsmappe (SSB-Mappe) ausgehändigt. Sie enthält die relevanten gesetzlichen Vorschriften, interne Anweisungen, Regelungen und sonstige Informationen. Als Projekt ist geplant, die Mappen als komplette zum Teil verlinkte pdf-Datei dem SSB zur Verfügung zu stellen. Damit wird er zukünftig Informationen wesentlich schneller nachschlagen können. Außerdem lassen sich dann die Inhalte zeitnaher aktualisieren.

### Personenregister

Das Personenregister, das alle strahlenschutzrelevanten Unterlagen beruflich strahlenexponierter Personen enthält, umfasst derzeit die Akten von:

- Überwachten „Sonst tätigen Personen“  
ca. 1.600
- bisher ausgeschiedenen Personen  
ca. 4.700

Aufgrund der Aufzeichnungs- und Mitteilungspflicht (§ 42 StrlSchV) sind diese Unterlagen so lange aufzubewahren, bis die überwachte Person das 75. Lebensjahr vollendet hat oder vollendet hätte, mindestens jedoch 30 Jahre nach Beendigung der jeweiligen Beschäftigung.

Im Berichtsjahr wurden von den Organisationseinheiten gemeldet:

- Neuzugänge „Sonst tätiger Personen“: ca. 100
- Abgänge „Sonst tätiger Personen“: ca. 100

### Fremdfirmenbetreuung

Auch im Jahre 2006 setzte sich der ansteigende Trend bezüglich Tätigkeiten von Fremdfirmen in Kontrollbereichen des Forschungszentrums fort. So wurden 21 neue Strahlenschutzvereinbarungen getroffen, d. h. diese Firmen waren erstmals in Kontrollbereichen der Forschungszentrum GmbH tätig. Den größten Anteil hat dabei ein Dienstleister auf dem Gebiet der Gebäudereinigung mit über 40 strahlenexponierten Personen.

Im Jahr 2006 wurde mit einem Probetrieb zur Umsetzung der sogenannten N-Personen-Regelung begonnen. Diese Vorgehensweise ermöglicht Fremdfirmen Arbeiten in Kontrollbereichen auszuführen, auch wenn diese Firmen nicht im Besitz einer § 15-Genehmigung sind. Voraussetzung hierfür ist eine Dosisabschätzung des zuständigen SSB bezüglich der zu erwartenden Dosis während

des Einsatzes und die Berücksichtigung der Strahlenexposition dieser Person über das gesamte Jahr. Diese Dosis darf im Kalenderjahr 1 mSv nicht überschreiten.

Die N-Personen-Regelung erlaubt dem Forschungszentrum eine flexiblere Auswahl von Fremdfirmen für Tätigkeiten in Kontrollbereichen. So kann in einigen Fällen auf Firmen zurückgegriffen werden, die nicht im Besitz einer § 15-Genehmigung sind. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Kosten für das entsprechende Projekt aus.

Da der Probetrieb 2006 erfolgreich verlaufen ist, wird dieser Entwurf im Jahr 2007 zur Zustimmung der Behörde vorgelegt. Zudem wird angestrebt, auf die Dosimetrie für N-Personen mit einem amtlichen Dosimeter zu verzichten. Dadurch wird der Arbeitsaufwand für die entsprechende Organisationseinheit erheblich gesenkt und das Verfahren vereinfacht.

Im Jahr 2006 waren 186 Mitarbeiter des Forschungszentrums im Besitz eines amtlich registrierten Strahlenpasses. Dies stellt im Vergleich zum Vorjahr einen Anstieg um 62 % dar. Der Hintergrund für diesen signifikanten Anstieg liegt dabei in der Verlagerung der Experimente zur Neutronenstreuung vom Forschungsreaktor „DIDO“ (FRJ-2) des Forschungszentrums zum FRM-II nach München. Dadurch sind viele Wissenschaftler des Forschungszentrums im FRM-II tätig. Für diese Tätigkeit in einem fremden Kontrollbereich ist ein amtlich registrierter Strahlenpass Voraussetzung.

### Überwachung

Die im Forschungszentrum Jülich vorhandenen Kontrollbereiche, Röntgenanlagen, Störstrahler usw., die der Überwachung durch S-GB unterliegen, sind in Abbildung 2-2 in einem Übersichtsplan dargestellt.

Die Tabelle 2-5 zeigt in detaillierter Übersicht u.a. den Bestand offener und umschlossener radioaktiver Stoffe in den Organisationseinheiten, in denen auf Grund einer Genehmigung mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Weiterhin wird die im Rahmen der Personendosisüberwachung ermittelte Personendosisverteilung für den Bereich Rumpf und Hände dargestellt.

Abbildung 2-3 zeigt, dass für 2006 von den überwachten Personen nur ca. 10 % eine Strahlenexposition größer als die Nachweisgrenze erhielten,



Abbildung 2-2: Umgang mit radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung im Forschungszentrum Jülich

die durchweg unterhalb von 5 mSv pro Kalenderjahr lag. Bei allen anderen Personen war keine Strahlenexposition nachweisbar. Die Auswertung und Interpretation der in Tabelle 2-5 dargestellten Daten ermöglichen u.a. eine Strahlenschutzoptimierung.

Bei der Überwachung des Umgangs im Rahmen bestehender Genehmigungen lag 2006 weiterhin ein deutlicher Schwerpunkt im Bereich des Rückbaus und Umbaus kerntechnischer Anlagen. So

konzentrierten sich die Begehungen durch S-GB im Jahr 2006 u.a. auf die Bereiche B-ND, IME, INC, ZFR, GHZ und ISR.

Hauptaugenmerk wurde hier auf die Einhaltung der behördlichen Auflagen gelegt, um den einwandfreien Arbeitsablauf jederzeit zu gewährleisten.

Tabelle 2-5: Umgang mit radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung im Forschungszentrum Jülich – Resultierende Strahlenbelastung der beruflich strahlenexponierten Personen Ende 2006

	Räumlich-sachliche Überwachung								Personenüberwachung										
	Bestand radioaktiver Stoffe			Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung				überwachte Bereiche	Personendosis in mSv										
									Rumpf					Hände					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Organisationseinheit	Art 1)	offen	umschlossen	Röntgeneinrichtungen	Störstrahler	Beschleunigeranlagen	Bestrahlungsanlagen	in 100 m²	Summe überwachter Personen	ohne Befund	0 < H <sub>p</sub> < 5	5 < H <sub>p</sub> < 15	15 < H <sub>p</sub> < 50	Summe überwachter Personen	ohne Befund	0 < H <sub>p</sub> < 50	50 < H <sub>p</sub> < 150	150 < H <sub>p</sub> < 500	500 < H <sub>p</sub>
Reaktoren und Neutronenleiterlabor																			
ZFR	K	6,1E+04	-					40	81	67	14	0	0	22	0	22	0	0	0
	A	1,0E-02	-																
	N	5,8E+07	1,4E+05																
ELLA	K	1,3E+00	-					15	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	1,1E+07	1,2E+02																
Beschleunigeranlagen und Plasmaanlage																			
INC INC / IME	A	1,4E-01	-	0	1	2		30	54	45	9	0	0	35	3	31	1	0	0
	N	1,6E+05	4,2E+02																
IKP	A	1,7E-01	-	1	3	2	1	50	163	159	4	0	0	2	0	2	0	0	0
	N	7,2E+02	1,1E+02																
IFF	N	2,9E+04	4,3E+04	9	8	3		22	39	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ISG	N	-	-	6	3	2		3,5	32	27	5	0	0	1	0	1	0	0	0
IPP	N	-	1,2E+03	0	13			8	68	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dekontaminations- und Abfalleinrichtungen																			
B-ND	K	5,8E+05	-					100	86	67	19	0	0	7	0	7	0	0	0
	A	3,5E+03	-																
	N	3,2E+09	1,9E+04																
Zellenbetriebe																			
B-NZ	K	2,7E+04	-	0	2			30	46	45	1	0	0	4	0	4	0	0	0
	A	4,5E+01	-																
	N	4,6E+08	6,4E+07																
ISR-CZ	K	6,7E+02	-	1	1			12	23	6	17	0	0	3	0	3	0	0	0
	A	2,0E+02	-																
	N	1,7E+06	2,0E+05																
Laboratorien																			
IME + KME	A	5,8E-02	-	2				20	95	72	23	0	0	10	1	9	0	0	0
	N	3,5E+04	7,3E+07																
ISR	K	-	-		1			10	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A	-	-																
	N	5,5E+00	-																
ICG	N	4,7E+04	1,5E+03	1				36	93	92	1	0	0	0	0	0	0	0	0
IBT	N	2,6E+02	6,0E-01		1			2	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBI	A	-	-	2	1			2,5	31	31	0	0	0	13	7	6	0	0	0
	N	1,9E+02	5,4E-01																
IWW	A	-	-	3				0,1	6	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	-	-																
ZCH	N	-	-	2	1			0,5	14	14	0	0	0	1	0	1	0	0	0
S	A	1,4E-01	-	1				4	108	103	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	1,2E+04	1,3E+06																
ZAT	N	-	-	8	3			1,5	70	62	8	0	0	0	0	0	0	0	0
ZEL	N	3,8E-01	1,7E+04					2	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Dienste																			
B	N	7,0E+02	-					8	154	147	7	0	0	0	0	0	0	0	0
F-A		-	-						3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMME ÜBER ALLE OE	K	6,7E+05	-	36	38	9	1	397,10	1449	1299	150	0	0	100	11	88	1	0	0
	A	3,7E+03	-																
	N	3,8E+09	1,4E+08																

1) Bestand radioaktiver Stoffe

K: Kernbrennstoff in g (nach §2 AtG) N: Sonstiger radioaktiver Stoff in MBq A: Ausgangsmaterial in kg (nach EUR-Verordnung 3222/76)

Die Erfassung und Zusammenstellung messtechnischer Ergebnisse, besonders die Kontroll- und Freigabemessungen, haben weiterhin eine große Bedeutung im Bereich der Betriebsüberwachung. In Abbildung 2-4 ist erkennbar, dass gegenüber dem Vorjahr sich die Berichte (Mess-, Kalibrierberichte) etwa auf gleichem Niveau halten, während die Zahl der Freigabeberichte weiterhin abgenommen hat.

### Messtechnik und Labortätigkeit

Das Betriebsmesslabor wurde im Rahmen der Überprüfung der Umgangsorte und von Freigabemessungen wie folgt eingesetzt:

- Prüfung und Kalibrierung von Tritiumüberwachungsanlagen aus verschiedenen OE
- Vorbereitungen und Messungen im Rahmen von Dichtheitsprüfungen an ca. 130 umschlossenen radioaktiven Quellen des Forschungszentrums,
- Durchführung besonderer Messaufgaben (z.B. C-14 oder H-3-Überwachung der Raumluftaktivitätskonzentration, Radonmessungen),
- Auswertung von Wisch-, Luftstaub- und Flüssigkeitsproben aus Rückbaubereichen,
- Wischtestmessungen im Rahmen von Transporten radioaktiver Stoffe
- Messaufgaben im Zusammenhang mit Stör- oder Unfällen.

Freigabe- und Kontrollmessungen nahmen einen erheblichen Umfang an. Im Jahr 2006 wurden in den Mechanischen Werkstätten der ZAT an 54

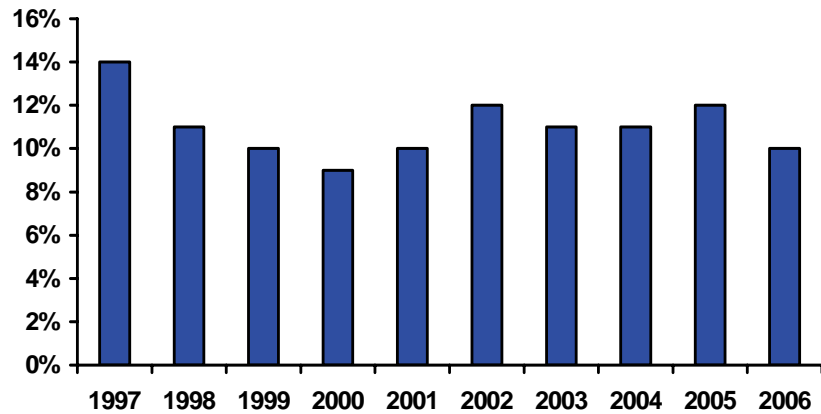


Abbildung 2-3: Anteil der beruflich strahlenexponierten Personen mit einer Dosis > Nachweisgrenze (NWG)

Containern mit metallischen Abfällen Kontaminationmessungen und Sichtkontrollen durchgeführt (Abbildung 2-5). Danach wird jeder dieser Container gemäß einer internen Festlegung an der Wache 01 nochmals auf Radioaktivität detektiert. Bei allen Überprüfungen wurde keine messbare Kontamination festgestellt.

### Transportüberwachung

Im Berichtsjahr wurden begleitende Kontrollmessungen bei insgesamt 15 Transporten von Brennelementen in die USA und von bestrahlten Urantargets zur Molybdängewinnung nach Fleurus (Belgien) durchgeführt; z. T. im Beisein beauftragter Sachverständiger der TÜV-Arge-KTW (Abbildung 2-5).

Neben Dosisleistungskontrollen am transportfertigen Versandstück und am Transportfahrzeug waren umfangreiche Kontaminationskontrollen (Direktmessungen und Wischprobennahmen) vor und nach der Beladung erforderlich. Dabei wurden keine Abweichungen zwischen dem TÜV, dem

Absender und S-GB festgestellt und der Nachweis erbracht, dass die zulässigen Grenzwerte gemäß GGVSE/ADR deutlich unterschritten wurden. Die Ergebnisse der Kontrollmessungen wurden der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde mitgeteilt.

Mit der Stilllegung des FRJ-2-Reaktors DIDO endeten auch die Aufträge zur Bestrahlung von Urantargets und den damit verbundenen Transporten. Die letzten bestrahlten Urantargets wurden im

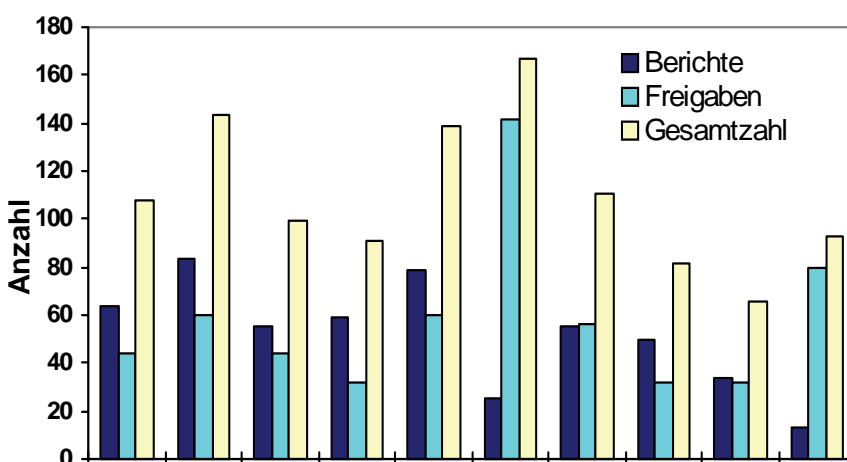


Abbildung 2-4: Überblick über die in den letzten 10 Jahren erstellten Prüfberichte

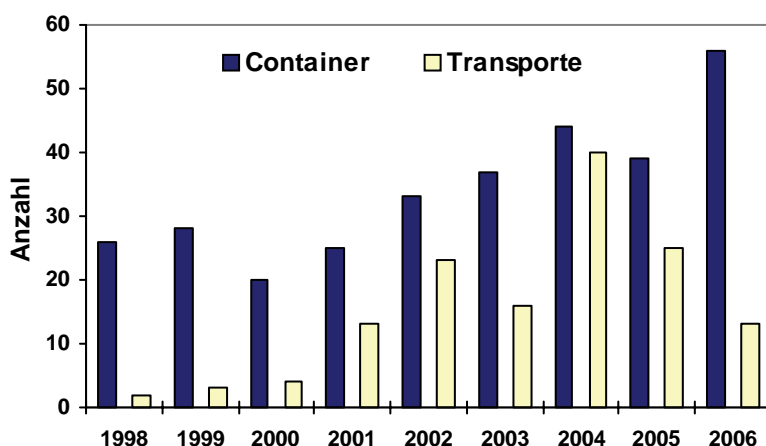


Abbildung 2-5: Kontrollmessungen im Rahmen von Transporten radioaktiver Stoffe und bei der Freigabe von Containern

April 2006 abtransportiert. Es folgten im Juni 2006 noch 2 Brennelementtransporte.

#### 2.1.4 Ausbildung und Informationsvermittlung in Strahlenschutzfragen

*R. Lennartz, H. Dederichs, R. Heet, M. Hermanns, P. Hill, P. Klein, A. Knaps, M. Möllmann-Coers, P. Ostapczuk, J. Pillath, E. Pomplun, M. Schläger, P. Schulte*

##### Ausbildung und Kenntnisvermittlung bei Mitarbeitern des Forschungszentrums

Im Berichtsjahr dienten u.a. Strahlenschutz-Kolloquien über Grundsatzfragen und über spezielle Fragen im Strahlenschutz der Weiterbildung der Strahlenschutzbeauftragten (SSB) und des strahlenschutztechnischen Personals. Schwerpunkt jedoch war in diesem Jahr die interne Schulung der SSB zum Erhalt der eigenen Fachkunde nach StrlSchV.

Themen der Vorträge waren:

- Rückbau des AVR-Reaktors (Arno Esser, AVR GmbH)
- Auffrischkurse zum Erhalt der Fachkunde für Strahlenschutzbeauftragte (SSB) (verschiedene Referenten aus dem Forschungszentrum und der FH Jülich) (siehe Kap. 3.3)

Die Veranstaltungen boten auch Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch und zur Information über Aktuelles.

Für gemäß StrlSchV bzw. RöV neu zu bestellende SSB ist die Richtlinie über die Fachkunde im

Strahlenschutz<sup>1)</sup> bzw. die Fachkunderichtlinie Technik<sup>2)</sup> maßgebend. Hiernach müssen jeweils entsprechende Kursbesuche nachgewiesen werden.

Im Rahmen der Fachkundevermittlung führt das Forschungszentrum für seine neu zu bestellenden Strahlenschutzbeauftragten (SSB) im Anschluss an die Schulung an öffentlichen Kursstätten eine Zusatzausbildung durch. Sie umfasst 20 Unterrichtseinheiten über 11 verschiedene Themen. Dabei wird die Durchführung des praktischen Strahlen- und Notfallschutzes im Hinblick auf die anlagenspezifischen, organisatorischen und administrativen Gegebenheiten im FZJ erläutert.

Zusätzlich wurden an Seminaren zum Fachkundeerhalt (DIDO) und an Unterweisungs- und Fortbildungsveranstaltungen im Rahmen von Institutsversammlungen mitgewirkt.

Jeden zweiten Monat führt S eine zweistündige Vortragsveranstaltung zur Unterweisung derjenigen Mitarbeiter durch, die erstmals als "Sonst tätige Personen" (beruflich strahlenexponierte Personen, die nicht als SSB bestellt sind) an Röntgenanlagen arbeiten oder mit radioaktiven Stoffen umgehen sollen. Dabei erhalten die Teilnehmer eine Broschüre<sup>3)</sup>, in der der Inhalt dieser sogenannten „Vermittlung von Strahlenschutzkenntnissen“ zusammengefasst ist. Diese Vortragsveranstaltungen wurden von insgesamt 54 Personen besucht.

Ein Doktorand erstellte seine Promotionsarbeit, ein Schüler führte bei S-U, zwei Schüler führten bei S-B ein Betriebspraktikum durch.

Ein Doktorand erstellte seine Promotionsarbeit, ein Schüler führte bei S-U, zwei Schüler führten bei S-B ein Betriebspraktikum durch.

##### Auszubildende im GB S

11 Auszubildende des Forschungszentrums waren im Rahmen ihrer praktischen Ausbildung 2006 bei S tätig, darunter:

- 3 "Fachkräfte für Schutz und Sicherheit"
- 2 „Physiklaboranten/-innen“

<sup>1)</sup> Richtlinie über die Fachkunde im StrlSch nach der StrlSchV vom 18.06.2004 GMBI Nr. 40/41, S. 797

<sup>2)</sup> Richtlinie über die Fachkunde im StrlSch nach der RöV vom 27.05.2003 GMBI, S. 638

<sup>3)</sup> Einführung in den Strahlenschutz, 7. überarb. Auflage, S-Bericht Nr. 0509, April 2003

- 5 „Elektroniker für Betriebstechnik“
- 1 „Physiklaborant“

### **Strahlenschutz Ausbildung und Informationen für Dritte**

Mitte Januar war der GB S an einem Fortbildungsseminar der Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz (AKNZ), Bad Neuenahr, einer Einrichtung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, beteiligt.

Im März 2006 wurde mit einem Löschzug der Freiwilligen Feuerwehr Eschweiler eine Strahlerlokalisierungsübung durchgeführt. Anschließend besichtigte diese Gruppe verschiedene Arbeitsplätze im Forschungszentrum.

Im September 2006 wurde im Rahmen eines kreisübergreifenden ABC-Erkunderlehrganges für Feuerwehren eine Strahlerlokalisierungsübung durchgeführt. Hierbei wurden spezielle Feuerwehrfahrzeuge eingesetzt, welche es gestatten, während der Fahrt Strahlenquellen aufzuspüren.

Bei der Strahlenschutz Ausbildung an externen Ausbildungsstätten (wie z.B. Kursstätte der FH Aachen in Jülich, Haus der Technik in Essen) von Strahlenschutzbeauftragten, Strahlenschutzärzten, dem Personal von Fremdfirmen und „Sonst tätigen Personen“ wirkten Mitarbeiter von S als Referenten mit (siehe Kap. 4.5).

Im Berichtsjahr besuchten 3 ausländische Wissenschaftler zu Informationszwecken den Geschäftsbereich S.

## 2.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B

### 2.2.1 Radiochemische Analytik / S-BA

*P. Ostapczuk, M. Burow, R. Flucht, A. Hölters, S. Laumen*

Die Untersuchung von Proben mit überwiegend sehr niedriger Aktivität erfolgt in den Low-Level-Laboratorien von S-BA.

Einen Überblick über die Art der in den Labors von S-BA behandelten Proben und deren Messzweck gibt Tabelle 2-6.

Der analytische Aufwand hängt von der Probenmatrix und dem zu bestimmenden Nuklid bzw. Nuklidvektor ab. Diese bedingen einen sehr unterschiedlichen Zeitaufwand. Einige Beispiele für den Bereich Umweltanalytik zeigt Tabelle 2-7.

Im Berichtsjahr wurden insgesamt ca. 2.100 Proben (Umweltproben, Ausscheidungsproben, Abrissproben und FE-Proben) bearbeitet. Dabei standen Einzelnuklidbestimmungen im Vordergrund, hauptsächlich H-3, C-14, K-40, Sr-90, Th, U, Np, Pu, Am, Cm und Cf.

In Zusammenarbeit mit dem Institute of Nuclear Physics in Almaty, Kasachstan, wurden Sedimentproben aus dem Koshkar-Ata See und der Stadt Aktau (Kasachstan) auf die Gehalte an U, Th und andere Elemente untersucht. Schwerpunkt dieses Projektes ist Umweltbelastung mit natürlichen Nukliden der Aktau-Region am Kaspischen Meer.

In Zusammenarbeit mit dem National Drug Institute in Warschau wurden zahlreiche medizinische Pflanzen auf die Gehalte an U, Th und andere für den Menschen relevante Elemente untersucht.

Abbildung 2-7 zeigt die Entwicklung der Probenzahl im Umweltbereich (einschließlich Abrissproben) und bei der Personenüberwachung (Ausscheidungsproben) in den letzten 16 Jahren.

Im Vergleich zum Jahr 2005 ist im Berichtsjahr eine Zunahme der Anzahl von Umweltanalysen zu beobachten. Dieser Anstieg ist neben dem Rückbau auch mit der interna-

tionalen Zusammenarbeit verbunden.

Im Jahr 2006 wurden durch S-BA 40 % der Einzelnuklidbestimmungen an Umweltproben, 20 % in Ausscheidungsproben (Urin und Stuhl) durchgeführt. Die Analysen für Abrissproben, für FE-Vorhaben und für Qualitätssicherung betrugen zusammen 40 % der Gesamtzahl.

Für die Qualitätssicherung in der Analytik wurden zahlreiche Kontroll-Präparate untersucht. Als Beispiel werden hier die Ergebnisse eines Ringversuches (PROCORAD) für die C-14-Bestimmung im Urin dargestellt (Abbildung 2-6)

*Tabelle 2-6: Übersicht über die Messzwecke und die Matrizes von Proben bei der radiochemischen Analytik*

	<b>Matrix</b>	<b>Zweck</b>
Inkorporationsüberwachung	<u>Ausscheidungen</u> (Urin, Faeces, Nasenschleim)	Messungen für Inkorporationsmessstelle, Messungen für Dritte: (z.B. bei Rückbau von Anlagen, bei Produktion von radionuklidhaltigen Apparaten)
	Blut	Betriebsarzt
Umweltüberwachung	<u>Wasser</u> (Trinkwasser, Oberflächenwasser, Grundwasser, Abwasser, Sediment, Klärschlamm)	Erfüllung von behördlichen Auflagen, Messungen für Dritte
	<u>Boden</u> (Weideboden, Ackerboden, Waldboden)	
	<u>Bewuchs</u> (Gras, Feldfrüchte, Hölzer)	
	<u>Aerosole</u> (Abluft aus kerntechn. Anlagen, Umwelt, Arbeitsplatz)	
Rückbau und Entsorgung	<u>Betriebs- und Abrissmaterialien</u> (Asche, Schlacke, Stahl, Aluminium und andere Metalle, Pumpenöl, Ablagerungen, Putz, Wandfarbe, Bodenbelag, Bauschutt, Wischtaste)	Bestimmung von Nuklidvektoren, Freigabemessungen zur Kontrolle, Messungen für Dritte
Gerichtsmedizin	<u>Proben von Obduktionen</u> (Lunge, Milz, Leber, Knochen)	Dosisrekonstruktion für exponierte Personen
Forschung und Entwicklung	<u>Nahrung</u> (Tägliche Gesamtnahrung, Babynahrung, Milch, Getränke)	Bilanzierung natürlicher Zufuhr und Ausscheidung zur Überwachung
	<u>Ausscheidungen</u> (Urin, Faeces)	
	<u>Aerosole</u> (Atemluft, Schweißbrauche, Stäube)	Bilanzierung beruflich bedingter Zufuhr und Ausscheidungen zur Strahlenschutzüberwachung
Prüfung auf Dekontaminierbarkeit	Knochen, Lebensmitteln	Datierung, Gehalt
	Oberflächen, Beschichtungen, Beläge	Dekontaminierbarkeit nach DIN 25415-1

Tabelle 2-7: Zeitaufwand für die Umweltanalytik

Nuklid	Matrix	Arbeitszeit	Σ Messzeiten	Nachweisgrenze
H-3	Wasser, Milch	10 - 60 min	500 min	10 Bq/l
	Reaktorabluft	60 min	100 min	10 Bq/m <sup>3</sup>
	Pumpenöl	24 h	150 min	0,3 Bq/d
	Bauschutt	24 h	500 min	10 Bq/d
C-14	Reaktorabluft	3 h	100 min	0,5 Bq/m <sup>3</sup>
Fe-55	Stahl, Aluminium	4 h	910 min	0,5 Bq/g
Ni-59	Stahl, Aluminium	3 h	920 min	0,5 Bq/g
Ni-63		4 h	920 min	0,5 Bq/g
Sr-89 Sr-90	Wasser, Milch	4,5 – 15 h	500 min	40 mBq/d 30 mBq/d
	Böden, Sediment	16 h	2.000 min	80 mBq/kg 60 mBq/kg
				1 µBq/m <sup>3</sup> 0,5 µBq/m <sup>3</sup>
	Aerosole	10 h	2.000 min	6 mBq/Probe 8 mBq/Probe
	Stäube	16 h	2.000 min	
Sr-90	Knochen	10 h	3.000 min	2 mBq/g Ca
I-131	Milch	1,5 h	1.000 min	10 mBq/l
Po-210	Niederschlag	6 – 14 h	22 h	2 mBq/l
U-nat	Wasser	5 min	2 min	0,01 µg/l
	Boden	2 h	2 min	0,01 µg/kg
	Lebensmitteln	2 h	2 min	0,01 µg/kg
Ra-226	Trink-, Mineralwasser	6 h	22 h	1,5 mBq /d
Alpha-beta- Übersichts-Messungen	Wischteste, Wischlösungen, Aerosolfilter, Kratzproben von beschichteten Oberflächen	4 h	22 hg	
Th-228, Th-230, Th-232, U-232, U-233, U-234, U-235, U-236, U-238, Pa-231, Np-237, Pu-238, Pu-239+240, Am-241, Cm-242, Cm-244, Bk-247, Cf-252	Niederschlag	10 h	22 h	2 mBq/l je Nuklid
	Aerosole	-	22 h	0,16 µBq/m <sup>3</sup> je Nuklid
	Böden, Sedimente	4 – 7 d	22 h	
	Wischteste	6 h - 3 d	22 h	1 mBq/Probe je Nuklid
	Gewebe	2-6 d	22 h	0,5 mBq/Probe je Nuklid

Die Werte von S-BA für C-14 entsprachen dem Sollwert. Für diese Bestimmung wurde uns durch PROCORAD ein Zertifikat verliehen.

Die Ergebnisse weiterer Ringversuche und Eigenkontrollen in der Ausscheidungsanalytik sind in Kapitel 2.2.4 zusammengestellt.

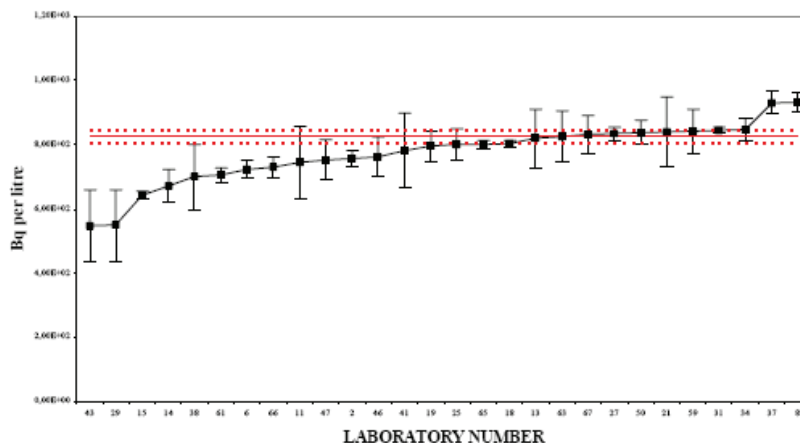


Abbildung 2-6: Ringversuch „PROCORAD 2006“ (Urine) zur C-14-Bestimmung (Laborcode 67)



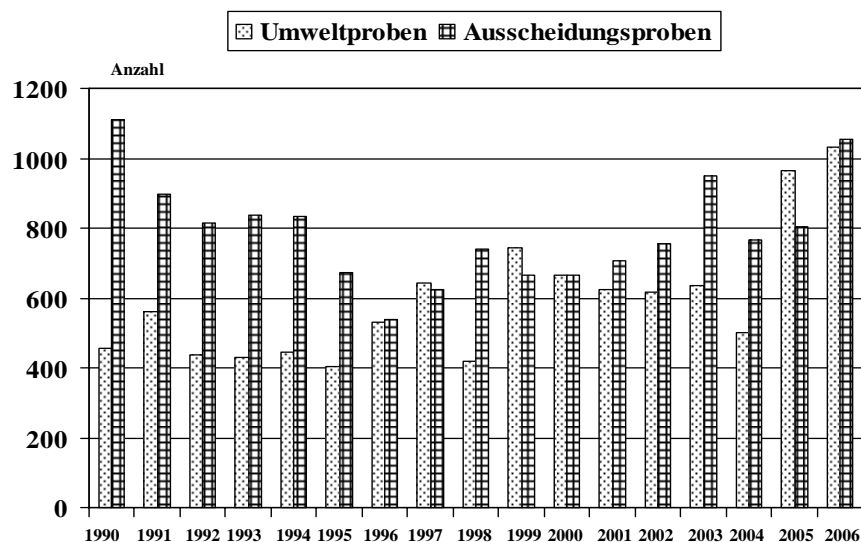


Abbildung 2-7: Anzahl der von S-BA untersuchten Proben

## 2.2.2 Personendosimetrie / S-BP und Biochemische Dosimetrie / S-BB

M. Schläger, M. Froning, P. Hill, S. Schmitz, H. Driesch, M. Hintzen, I. Richert

### 2.2.2.1 Äußere Strahlenexposition

Tabelle 2-8 zeigt eine statistische Übersicht über die Kontrolle der äußeren Strahlenexposition von Mitarbeitern des FZJ im Berichtsjahr 2006. Bei keiner der überwachten Personen wurden die relevanten Grenzwerte (Effektive Dosis 20 mSv/a, Hände 500 mSv/a, Augenlinse 150 mSv/a) überschritten oder auch nur annähernd erreicht.

#### Ganzkörperexposition

Für Röntgen- und Gammastrahlung erfolgt die amtliche Überwachung durch Filmdosimetrie mit monatlichen Überwachungszeiträumen. Dabei

wurde bei 150 von insgesamt 1406 überwachten Personen eine Jahresdosis  $\geq 0,1$  mSv festgestellt; bei den übrigen Überwachten trat im Berichtszeitraum keine messbare Dosis auf.

Zusätzlich zu der amtlichen Überwachung führt das Forschungszentrum bei einem Teil der beruflich strahlenexponierten Personen eine eigene Überwachung mit Filmdosimetersonden durch. Der Überwachungszeitraum für diese Eigenüberwachung beträgt ein Kalenderhalbjahr.

Die Eigenüberwachung umfasst insbesondere diejenigen Personen, bei denen höhere Dosen nicht auszuschließen sind, wird aber auch da eingesetzt, wo keine amtliche Dosimetrie erforderlich ist (Feuerwehr).

Tabelle 2-9 gibt die Zahl der Überwachten und die mittleren Jahresdosen aus der amtlichen Überwachung bzw. der Film-Eigenüberwachung in den einzelnen Arbeitsbereichen an. Die gegenüber der amtl. Überwachung abweichenden Werte aus der Eigenüberwachung können sich einerseits grundsätzlich daraus ergeben, dass Mitarbeiter, bei denen nur eine geringe Dosisbelastung zu erwarten ist, nicht in die Eigenüberwachung einbezogen sind und dass durch die sechsmonatige Tragedauer der Filme bereits durchschnittliche monatliche Belastungen von 0,02 mSv erfasst werden. Andererseits sind in den Werten der Eigenüberwachung keine Neutronendosen enthalten.

Tabelle 2-8: Überwachung der äußeren Strahlenexposition im Jahr 2006

Überwachungsart	Überwachungszeitraum (Monate)	Gesamtzahl der Überwachungen	Mittlere Zahl der pro Überwachungszeitraum überwachten Personen	Jahresdosis pro Person (mSv/a)	
				Mittelwert	Maximalwert
Film (Amtliche Überwachung)	1	13012	1048	0,028	0,7
Film (Betriebliche Eigenüberw.)	6	862	431	0,078	1,4
Stabdosisimeter (Eigenüberw.)	1	13776	1148	0,099	2,9
Albedodosimeter (amtlich)	3	686	172	0,002	0,1
Albedodosimeter (amtlich)	1	65	5	0,000	0,0
Kernspurdosisimeter (amtlich)	3	442	111	0,084	1,4
TLD Hand (Eigenüberw.)	1	1111	93	3,9	55,9
TLD Kopf/Brust (Eigenüberw.)	1	51	4	1,9	2,0

Tabelle 2-9: Mittlere Jahresdosis der überwachten Personen in den einzelnen Arbeitsbereichen

Arbeitsbereich	Amtliche Überwachung		Betriebliche Eigenüberwachung	
	Zahl der Überwachten	Mittlere Jahresdosis (mSv)	Zahl der Überwachten	Mittlere Jahresdosis (mSv)
COSY/IKP	174	0,056	28	0,000
Reaktorbetrieb	190	0,024	157	0,120
Dekontamination	94	0,042	7	0,186
Chemische Institute	162	0,016	47	0,153
Phys. Institute (ohne COSY/IKP)	283	0,009	24	0,017
Heiße Zellen	73	0,047	37	0,051
Biowissenschaften/Medizin	146	0,048	0	0,000
Infrastruktur (inkl. Feuerwehr)	379	0,012	170	0,024
Sonstige	49	0,031	6	0,000
Alle Bereiche	1466	0,027	474	0,071

Allen Personen, die der amtlichen Überwachung unterliegen, werden zusätzlich direkt ablesbare Stabdosisimeter oder elektronische Personendosisimeter zur Verfügung gestellt, mit denen jederzeit die aktuelle Dosis durch Röntgen- und Gammastrahlung festgestellt werden kann.

Aus Neutronenstrahlung resultierende Personendosen werden durch eine amtliche Überwachung mit Albedodosimetern festgestellt. Sie enthalten eine zum Neutronennachweis im Energiebereich von 0,5 eV bis 15 MeV geeignete Anordnung aus Thermolumineszenzdetektoren. Die Notwendigkeit zur Überwachung bestand besonders in Teilbereichen des Reaktors (FRJ-1) und der Abfallagerung und Dekontamination (B-ND). Der Überwachungszeitraum beträgt normalerweise ein Kalenderquartal; im Bereich Heiße Zellen wird auflagenbe-

dingt monatlich überwacht (Tabelle 2-8).

Am Beschleuniger COSY im IKP werden durch schnelle Neutronen (> 15 MeV) verursachte Personendosen mit Kernspurdosisimetern gemessen. Die untere Grenze des Messbereiches liegt mit dieser Methode bei 0,5 mSv. Im Bereich dieser Messgrenze kann es zu falsch-positiven Ergebnissen kommen.

### Teilkörperexposition

Die Überwachung der Extremitäten, insbesondere der Hände, erfolgt im Rahmen der Eigenüberwachung mit Thermolumineszenzdosisimetern (TLD). Diese betriebliche Eigenkontrolle trägt durch die ständige Überprüfung der Effizienz der Strahlenschutzmaßnahmen bei bestimmten Arbeitsvorgängen wesentlich dazu bei, dass derzeit

Tabelle 2-10: Mittlere Dosis der Hände in den einzelnen Arbeitsbereichen

Arbeitsbereich	Zahl der Überwachten			Mittlere Jahresdosis (mSv)	
	gesamt	rechte Hand	linke Hand	rechte Hand	linke Hand
COSY/IKP	3	3	0	0,1	—
Reaktorbetrieb	25	25	11	1,0	0,7
Dekontamination (B-D)	7	7	7	1,4	1,5
Chemische Institute	36	36	34	2,4	3,0
Physikalische Institute (ohne COSY/IKP)	1	1	0	1,1	—
Heiße Zellen	7	7	7	0,4	0,4
Biowissenschaften und Medizin	23	23	10	2,3	5,6
Infrastruktur (ohne B-D)	0	0	0	—	—
Summe bzw. Mittelwert (FZJ)	102	102	69	1,8	2,6
Sonstige	46	46	46	2,2	2,1

eine amtliche Überwachung im Bereich der Teilkörperdosimetrie nicht erforderlich ist.

In Tabelle 2-10 sind die Überwachungsergebnisse nach Institutsbereichen aufgeschlüsselt. Unter der Rubrik 'Sonstige' sind auswärtige Einrichtungen erfasst, die im Rahmen ihrer betrieblichen Eigenüberwachung TLD vom FZJ beziehen und auswerten lassen.

### 2.2.2.2 Innere Strahlenexposition

Von S-BP wird zur Bestimmung der Körperdosis durch inkorporierte Radionuklide ein Ganzkörperzähler zur direkten Messung der Körperaktivität betrieben. Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung sind in Kap. 2.2.4 dargestellt.

### 2.2.2.3 Meldewesen

Die Gruppe S-BB wickelte in Zusammenarbeit mit dem Betriebsärztlichen Dienst das Verfahren der Vordosisermittlung ab. Dieses Verfahren beruht auf der Notwendigkeit bei der Einhaltung von Grenzwerten die berufliche Vorbelastung zu berücksichtigen und der Aufzeichnungs- und Mitteilungspflicht nach § 42 der Strahlenschutzverordnung.

Bei diesem Vorgang werden die Vordosen der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter des Forschungszentrums bei deren früheren Arbeitgebern durch schriftliche Anfragen ermittelt. Die Ergebnisse werden bewertet und fließen auch in die vorgenommene Mitteilung von Dosen an die Berufsgenossenschaft nach BGV A4, früher VBG100, zu Beginn der Tätigkeit von beruflich strahlenexponierten Personen im Forschungszentrum ein.

Auch bei Ende der beruflichen Strahlenexposition und beim Ausscheiden aus dem Forschungszentrum werden die Dosen zusammengestellt.

Weiterhin wurden auflagenbedingte Dosiszusammenstellungen für Genehmigungsbereiche nach §§ 6 und 7 AtG vorbereitet und an die Aufsichtsbehörden weitergeleitet. Im Einzelnen handelte es sich um vier Quartalsmeldungen für das AVR-Behälterlager und eine Jahresmeldung für den Reaktorbereich.

## 2.2.3 Strahlenschutz-Einsatzdienste / S-BE

*P. Klein*

Die Strahlenschutz-Einsatzdienste werden bei radiologischen Betriebsunregelmäßigkeiten oder Störfällen eingesetzt und repräsentieren als solche einen Teilbereich der Notfallschutzorganisation des Forschungszentrums. Sie rekrutieren sich aus Mitarbeitern von S und bestehen im Wesentlichen aus drei Teildiensten, dem Strahlenschutz-Einsatztrupp, dem Umgebungsaufklärungstrupp und dem Einsatzstab. Zur labormäßigen Unterstützung sind ferner bis zu 11 verschiedene Hilfsdienste für spezifische Mess- und Hilfsaufgaben vorgesehen. Die ständige Erreichbarkeit wird durch eine dreiköpfige Rufbereitschaft außerhalb der Dienstzeit gewährleistet. Die diesbezüglichen Einsatzunterlagen werden laufend aktualisiert.

Für extreme Störfälle, bei denen die Gefahrenabwehr nicht mehr vom FZJ-Gelände aus gesteuert werden kann, ist eine Ausweichstelle in der Abteilung Jülich der Fachhochschule Aachen vorhanden, in der Räume für den Einsatzstab sowie Laboratorien und Messräume zur Verfügung stehen. Neben Hilfsmitteln und Messgeräten werden dort auch die erforderlichen Kommunikationsmittel bereitgehalten.

### 2.2.3.1 Einsätze bei Zwischenfällen

Im Zusammenhang mit betrieblichen Störungen wurden die Strahlenschutz-Einsatzdienste im Jahre 2006 wiederholt tätig. Von den insgesamt 34 Fällen waren die meisten Überprüfungen von aufgelaufenen Alarmen außerhalb der Dienstzeit durch die Rufbereitschaft ohne weitere Konsequenzen. Lediglich in drei Fällen kam es zu einer Meldung

*Tabelle 2-11: Besondere Vorkommnisse 2006*

Monat	Anlass	Radiol. Auswirkungen	Betroffene Personen	Maßnahmen
Januar	Funktionsstörung eines Schalters bei einem Notstromprobe-lauf	-	-	Reinigung und Überprüfung des Schalters
Feb.	Leckage eines Ventils einer Wasserreinigungsanlage innerhalb eines Kontrollbereichs	-	-	Reparatur des Ventils, Überprüfung artgleicher Armaturen
Mai	Lüftungsausfall mit vermeintlicher Emissionserhöhung	-	-	Erweiterung der automatischen Signalisierung

Tabelle 2-12: Übungsnachweis 2006

Art	Zielgruppe / Inhalt	Datum
Bereitschafts- übungen	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung FRJ-2	13. März
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung INC	04. Juni
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-NZ	01. Juli
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-ND-Abfalllager	05. November
	S-OO-Dienste / Antreteübung ZAM	25. Januar
	S-OO-Dienste / Antreteübung 110 kV-Station	17. März
	S-OO-Dienste / Antreteübung IBT	29. April
	S-OO-Dienste / Antreteübung Cosy	03. Oktober
	S-OO-Dienste / Antreteübung Kasse Verwaltung	12. Dezember
	S-OO-Dienste / Antreteübung ISR-CZ	13. Dezember
Einsatzübungen	S-BE Einsatztrupp / Mess- und Kommunikationsübungen	wöchentlich
Räumungs- übungen	ZFR-FRJ-2 Technikumshalle / Räumungsübung	29. November
	ZFR-FRJ-2 Reaktoranlage, Ella / Reaktorunfallübung, Räumungsübung	06. Dezember

an die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden. Diese sind in Tabelle 2-11 aufgeführt.

Ein genereller Einsatzschwerpunkt der letzten Jahre ist die Fahrzeugmessanlage an der Wache 01. Im Jahr 2006 brauchten die Strahlenschutz-Einsatzdienste allerdings hier ausnahmsweise nur einmal tätig zu werden. Bis zum Redaktionsschluss zeichnete sich für das Jahr 2007 schon wieder eine vermehrte Zahl von Einsätzen ab.

Aufgrund angemessener sachgerechter Maßnahmen, die von dem jeweils zuständigen SSB am Störfallort im Zusammenwirken mit den jeweils zuständigen Einsatzdiensten sowie dem GB S getroffen wurden, konnte erreicht werden, dass keiner der aufgetretenen Zwischenfälle zu einer radiologischen Gefährdung für die Mitarbeiter oder die Umwelt wurde.

### 2.2.3.2 Übungen

Die Organisation und Einsatzbereitschaft der Einsatzdienste und ihre technische Ausstattung wird laufend im Rahmen von Planspielen, Bereitschafts-, Einsatz- sowie Räumungsübungen trainiert und kontrolliert. Hierbei werden u.a. die Wirksamkeit der Strahlenschutz-Einsatzdienste sowie die Kooperation mit den übrigen Diensten der Notfallschutzorganisation des FZJ überprüft. Für den Einsatztrupp wird seit Mitte des Jahres 2003 ein Teil dieser Ausbildung in Form von kleinen Übungen durchgeführt, welche jeweils zu Be-

ginn der wöchentlichen Dienstbereitschaft (mit je 4 Personen) stattfinden (Tabelle 2-12).

### 2.2.4 Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle

*P. Hill, M. Froning, P. Ostapczuk, M. Schläger*

Die Inkorporationsüberwachung durch Messung der Körperaktivität und der Aktivität von Ausscheidungen geschieht durch S-B im Rahmen der amtlich anerkannten Inkorporationsmessstelle des Forschungszentrums Jülich. Die behördliche Bestimmung als Messstelle im Sinne der „Richtlinie über Anforderungen an Inkorporationsmessstellen“ ist für die Länder Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen erfolgt.

Seit dem 11. November 2006 ist die amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle des Forschungszentrums Jülich akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005.

Die Akkreditierung ist gültig für Prüfungen in den Bereichen Inkorporationsmessungen mittels

- direkter Messung der Körperaktivität (Ganz- und Teilkörpermessung),
- indirekter Bestimmung der Körperaktivität (Radiochemische Analytik von Ausscheidungsproben)

und bescheinigt neben der organisatorischen und technischen die fachliche Kompetenz der Messstelle.

Tabelle 2-13: Analysenverfahren zur Ausscheidungsüberwachung (Matrix: U=Urin, S=Stuhl)

Nuklid	Messtechnik	Nachweisgrenze*
H-3	Flüssigszintillation	U: 100 Bq/l
C-14	Flüssigszintillation	U: 20 Bq/d
P-32	Flüssigszintillation	U: 3 Bq/d
P-33	Flüssigszintillation	U: 3 Bq/d
S-35	Flüssigszintillation	U: 3 Bq/d
Sr-89 + Sr-90	β-Low-Level-Messplatz	U/ S: 0,02 Bq/d
Sr-89 Sr-90	β-Low-Level-Messplatz	U/S: 0,05 Bq/d
Po-210	α-Spektrometrie	U: 1 mBq/d
Pb-210	Flüssigszintillation	U/ S: 0,05 Bq/d
Ra-226	α-Spektrometrie	U: 1 mBq/d S: 5 mBq/d
	ICP-MS	U/ S: 1 mBq/d
U (nat.)	ICP-MS (Direkt) ICP-MS	U: 0,4 µg/l U: 0,01 µg/l
U-234, U-235 U-238	α-Spektrometrie	U: 0,4 mBq/d S: 1 mBq/d
U-234, U-235, U-238	ICP-MS	U/S: U-234: 1,0E-03 Bq/d U-235: 1,0E-04 Bq/d U-238: 1,0E-04 Bq/d
Th-228, Th-230, Th-232	α-Spektrometrie	U: 0,4 mBq/d S: 1 mBq/d
Th-232	ICP-MS (Direkt) ICP-MS	U: 0,4 µg/l U: 0,01 µg/l
Np-237, Am-241, Pu-238, Pu-239, Cm-242, Cm-244	α-Spektrometrie	U: 0,4 mBq/d S: 1 mBq/d

\*Nachweisgrenzen mit  $k_{1-\alpha}=3,0$  und  $k_{1-\beta}=1,645$  berechnet. Sie repräsentieren Werte bei Standardbedingungen.

#### 2.2.4.1 Eingesetzte Verfahren

In der amtlich anerkannten Inkorporationsmessstelle werden

- regelmäßige Inkorporationsüberwachungen,
- Inkorporationsüberwachung aus besonderem Anlass,
- analytische Auftragsuntersuchungen

durchgeführt.

Zur direkten Messung der Körperaktivität steht ein Ganzkörperzähler zur Verfügung.

Je nach Messzweck lassen sich die vier elektrisch gekühlten Germanium-Detektoren zu verschiedenen Anordnungen zusammenfassen. Standardmäßig genutzt werden eine 4-Detektoranordnung für Ganzkörpermessungen und eine 1-Detektoran-

ordnung für Schilddrüsenmessungen. Die Nachweisgrenzen der beiden Messverfahren für einige repräsentative Nuklide sind in der Tabelle 2-13 aufgeführt. Zeitgleich mit Schilddrüsenmessungen können zusätzlich auch Ganzkörpermessungen mit einer 3-Detektoranordnung durchgeführt werden.

Die zur Überwachung auf α- und β-Strahler erforderlichen Analysen von Ausscheidungen wie Urin und Stuhl werden im radiochemischen Laboratorium durchgeführt. Einige typische Radionuklide und deren Messverfahren sind in Tabelle 2-14 zusammengestellt. Dort sind auch die erreichbaren Nachweisgrenzen der Messverfahren angegeben.

#### 2.2.4.2 Ergebnisse Ganzkörperzähler und Ausscheidungsanalytik

Die 2006 durchgeführten Überwachungen sind statistisch zusammengestellt in Überwachungen mittels Ganzkörper –und Teilkörpermessungen und Ausscheidungsüberwachungen. Insgesamt wurden mittels der direkten Messung der Körperaktivität (Ganzkörpermessungen, Schilddrüsenmessungen) 899 Überwachungen durchgeführt, mittels der Ausscheidungsanalyse 1.054 Überwachungen. Hierbei versteht man unter den in der Tabelle 2-15 angegebenen durchgeführten Überwachungen alle zu einem bestimmten Fall durchgeführten Messungen (erste Messung plus ggf. durchgeführte Folgemessungen).

Durchgeführte und bewertete regelmäßige Überwachungen und Überwachungen aus besonderem Anlass (Unfälle, Umgang mit erhöhtem Inkorporationsrisiko, Aktivitätsfreisetzungen, Kontaminationen) erfolgen im Forschungszentrum gemäß

Tabelle 2-14: Nachweisgrenzen bei Ganzkörpermessungen für einige repräsentative Nuklide

Nuklid	[Bq]	Messverfahren
I-131	37	Ganzkörper
Cs-137	35	Ganzkörper
Zn-65	58	Ganzkörper
Na-22	28	Ganzkörper
Co-60	27	Ganzkörper
K-40	240	Ganzkörper
I-131	6	Schilddrüse
I-125	5	Schilddrüse
Tc-99m	5	Schilddrüse

Tabelle 2-15: Anzahl der 2006 durchgeführten Inkorporationsüberwachungen

	Überwachungen			
	Ganzkörper		Ausscheidung	
	FZJ	Dritte	FZJ	Dritte
Institute/ Institutionen (Dritte)	20	45	11	16
Personen	243	197	119	152
Durchgeführte Überwachungen	421	478	378	676
regelmäßige (gem. RiPhyKo)	212	0	197	120
„außergewöhnlicher Anlass“ (gem. RiPhyKo)	4	3	54	7
Sonstige Überwachungen	205	475	147	549

den Kriterien der Richtlinie „Physikalische Strahlenschutzkontrolle“ (RiPhyKo).

Bei den sonstigen Überwachungen handelt es sich um betriebliche Eigenüberwachungen, Überwachungen von Fremdfirmenmitarbeitern oder begleitende Urin- und Stuhlmessungen.

Eine Aufschlüsselung der Überwachungen nach untersuchten Nukliden ist aus Abbildung 2-8 ersichtlich. Dabei gibt es auch mehrfach berücksichtigte Fälle, die auf der Untersuchung oder Feststellung mehrerer Nuklide im Rahmen einer Überwachung beruhen. In der Regel wird das gesamte Energiespektrum von 0,05 MeV - 2 MeV bei der  $\gamma$ -Messung erfasst. Insofern umfasst die letzte Säule in Abbildung 2-8 alle betrieblichen Überwachungen ohne Befund. Bei der Ausscheidungsanalyse erfolgt ein wesentlicher Teil der Überwachungen

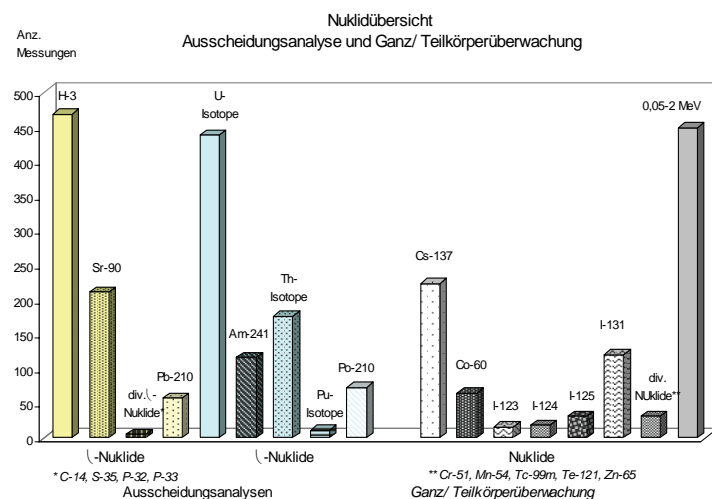


Abbildung 2-8: Anzahl der Überwachungen im Jahr 2006 nach Nukliden

auf Tritium. In der weiteren Rangfolge folgen Uran- und Sr-Untersuchungen. Erstere sind im wesentlichen Auftragsanalysen, während letztere in der Regel der betrieblichen Überwachung des Forschungszentrums dienen.

Die durchgeführten Po-210-Bestimmungen waren ausschließlich Auftragsanalysen im Zusammenhang mit einer „Giftmordaffäre“ Anfang November 2006 in London (siehe Kap. 3.3)

Die Überwachungsergebnisse werden in Quartalsberichten zusammengestellt und in dieser Form den zuständigen Behörden übermittelt.

Diejenigen Messergebnisse der Ausscheidungsanalytik, die die Erkennungsgrenze überschritten,

Tabelle 2-16: Ergebnisse des 2006 durchgeführten Ringversuches des BfS für den Ganzkörperzähler [kBq]

Messverfahren	Nuklid	Referenzwert	Wert S-BI
GK 50 kg-Phantom	K-40	2,00	2,22±0,24
	Co-60	1,59	1,70±0,05
	Cs-137	3,33	3,72±0,11
GK 70 kg-Phantom	K-40	2,81	3,25±0,33
	Co-60	1,76	1,78±0,05
	Cs-137	4,65	4,87±0,15
	Ba-133	3,13	3,21±0,16
GK Begleitperson	K-40	4,58	5,13±0,46
FastScan 50 kg-Phantom	Cs-137	3,33	3,50±0,11
FastScan 70 kg-Phantom	Cs-137	4,65	4,55±0,09

Fastscan=mobiler Messplatz, GK=Ganzkörperzähler

fürten typischerweise zu effektiven Dosen kleiner 50  $\mu$ Sv.

Die maximal beobachtete Inkorporationsdosis betrug 0,5 mSv. Im Jahr 2006 lag also keines der Ergebnisse oberhalb der Nachforschungsschwelle von 6 mSv/a für die eff. Dosis bzw. 30 % der Grenzwerte der Organdosis eventuell grenzwertbestimmender Organe.

## 2.2.4.3 Qualitätssicherung

Bei der Qualitätssicherung (QS) geht es um die Genauigkeit sowie die Darstellung und zeitliche Verfügbarkeit der Messergebnisse. Sie erfolgt durch Eigenkontrolle und Ringversuche. Die Messstelle des For-

schungszentrums nimmt an den Vergleichsmessungen der Leitstelle für Inkorporationsüberwachungen des Bundesamtes für Strahlenschutz teil.

#### Direkte Messung der Körperaktivität

Zur Durchführung der Eigenkontrolle werden täglich ein Kalibriercheck und Nulleffektmessungen durchgeführt. Dazu kommen eine jährliche Grundkalibrierung und sporadische Messungen an Phantomen. Eine im Datenaufnahmesystem integrierte Qualitätssicherungs-Software unterstützt dabei die Überwachung der Stabilität von Kalibrierung und wichtigen Systemparametern.

Zuletzt nahm die Inkorporationsmessstelle im Jahr 2006 an von der Leitstelle für Inkorporationsüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführten Ringversuche für die direkte Messung der Körperaktivität mit Erfolg teil (Tabelle 2-16).

#### Ausscheidungsanalyse

An einem im Jahr 2005 von der Leitstelle für Inkorporationsüberwachungen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführten Ringversuch zur Bestimmung von Strontium und Tritium in Urin nahm die Messstelle des Forschungszentrums mit gutem Erfolg teil (Tabelle 2-17). Das Ergebnis konnte im Jahresbericht 2005 nicht berücksichtigt werden.

An einer im Jahr 2006 von der Leitstelle für Inkorporationsüberwachungen des BfS durchgeführten Fallstudie H-3 in Urin nahm die Messstelle teil. Eine endgültige Auswertung lag bis zum Redaktionsschluss noch nicht vor.

*Tabelle 2-17. Ergebnisse des 2005 durchgeführten Ringversuches des Bundesamtes für Strahlenschutz für Urinuntersuchungen*

Nuklid	Probe	Referenzwert	Wert S-BI	Einheit
Sr-90	1	392	366 ± 12	mBq/l
	2	986	961 ± 53	mBq/l
H-3	1	378	440 ± 31	Bq/l
	2	892	1168 ± 37	Bq/l

2006 beteiligte sich die Messstelle zur Eigenkontrolle an einem PROCORAD-Ringversuch zur Bestimmung von C-14, H-3, Sr-90 und Uran in Urin und U-234/235/238 in Stuhl. Dabei wurden die Proben auf H-3 und C-14 mit dem Messverfahren

*Tabelle 2-18. Ergebnisse von durchgeführten Eigenkontrollen (Procorad) für Ausscheidungsmessungen (2006)*

Mat-rix	Nuklid	Probe	arithm. Mittelwert	Wert S-BI	Einheit
Urin	Sr-90	B	6,0E+00	5,88	Bq/l
		C	4,5E+00	4,08	Bq/l
Urin	C-14	B	7,7E+02	8,3E+02	Bq/l
		C	1,4E+03	1,5E+03	Bq/l
		D	7,8E+02	8,2E+03	Bq/l
Urin	H-3	B	1,3E+03	1,2E+03	Bq/l
		C	6,8E+03	6,3E+03	Bq/l
		D	1,2E+04	1,0E+04	Bq/l
		E	9,3E+03	9,3E+03	Bq/l
		F	3,4E+04	3,3E+04	Bq/l
Urin	U-nat	A	2,4E+01	2,3E+01	µg/l
		B	1,5E+00	1,4E+00	µg/l
Stuhl	U-234	A	2,8E-02	5,8E-02	Bq/Probe
	U-235		1,6E-03	1,6E-03	Bq/Probe
	U-238		2,2E-02	3,2E-02	Bq/Probe
	U-234	B	2,8E-02	3,8E-02	Bq/Probe
	U-235		1,4E-03	1,9E-03	Bq/Probe
	U-238		2,2E-02	3,8E-02	Bq/Probe
	U-234	C	2,8E-02	2,8E-02	Bq/Probe
	U-235		1,1E-03	1,4E-03	Bq/Probe
	U-238		2,2E-03	6,4E-03	Bq/Probe

der Flüssigszintillation, Sr-90 mit dem Low-Level-Messplatz und Uran mit dem ICP-MS untersucht.

Die Ergebnisse der Urin- und Stuhlmessung sind im Allgemeinen in guter Übereinstimmung mit den Referenzwerten (Tabelle 2-18).

## 2.3 Umgebungsüberwachung / S-U

### 2.3.1 Emissionskontrolle / S-UE

*M. Möllmann-Coers, E. Brunen, Th. Lexen*

Die Hauptemittenten auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich ergeben sich aus Abbildung 2-9. Es sind dies: Der 23-MW-Forschungsreaktor DIDO (FRJ-2), die heißen Zellen HZ, BZL und CZ, das Institut für Kernphysik (IKP) mit dem Cooler-Synchrotron COSY, das Institut für Festkörperforschung (IFF) mit verschiedenen kleineren Beschleuniger-Anlagen, das Baby-Zyklotron (BABY) für die Isotopenproduktion, das Institut für Medizin (IME) mit seinen Isotopenanwendungen in der Nuklearmedizin, der Dekontaminations- und Abfallbereich (DE) mit der Verbrennungsanlage für schwachradioaktive Abfälle (JÜV) sowie die Uran-Anreicherungsfirma Enrichment Technology. Seit Mai 2006 ist der Forschungsreaktor DIDO (FRJ-2) außer Betrieb genommen. Da die bereits seit Jahren stillgelegten Reaktoren FRJ-1 und AVR noch nicht aus der Betriebsgenehmigung entlassen sind, werden auch sie mit ihren Emissionen unter den Hauptemittenten geführt. Diesen Emittenten lassen sich bestimmte Nuklidgruppen zuordnen (Tabelle 2-19):

Die Beiträge an Tritium-, C-14- und I-131 stammen überwiegend aus dem Reaktor FRJ-2 sowie aus der Verbrennungsanlage JÜV50/2; Ar-41 aus dem Reaktor FRJ-2 und C-11, N-13, N-16, F-18, O-15 und O-19 aus den Beschleunigeranlagen BABY, IFF und IKP.

Im Folgenden wird über die Emissionen im Jahr 2006 getrennt nach den Pfaden Fortluft und Abwasser berichtet, und es werden die resultierenden Strahlendosen für die am höchsten belastete Bevölkerungsgruppe dargestellt.

#### 2.3.1.1 Emissionen mit der Fortluft

Die Messung der Emissionen erfolgt durch die jeweiligen Institute. Für die Bestimmung von Tritium und C-14 werden am FRJ-2 und an der Verbrennungsanlage JÜV50/2 Waschflaschen und Durchflusszähler eingesetzt. Aktivierungsgase und Edelgase werden mit Proportionalzählern überwacht. Der Nachweis von Halogenen- und Aerosol-Emissionen erfolgt durch die  $\gamma$ -spektrometrische Auswertung von Filtern und Aktivkohlepatronen.

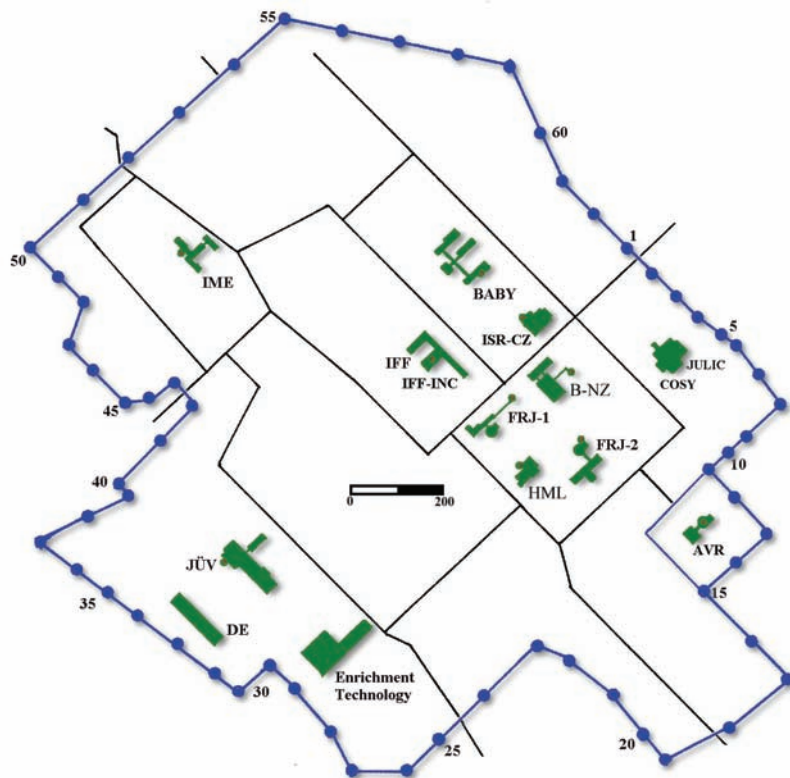


Abbildung 2-9: Lage der Emittenten und der Aufpunkte am Zaun, für die Organdosen berechnet wurden (vgl. Tabelle 2-20)

Die im Allgemeinen recht gut vorhersehbaren betrieblich bedingten, quasikontinuierlichen Emissionen werden überlagert von diskontinuierlichen Aktivitätsableitungen, die auf besondere Betriebsbedingungen oder Experimente zurückzuführen und über deren Häufigkeit und Höhe in der Regel keine Prognosen möglich sind. Die Ergebnisse der Emissionsüberwachung werden im Folgenden diskutiert (Tabelle 2-19, Abbildung 2-10 / Abbildung 2-11 )

Die Tritiumemissionen des Berichtsjahres von 5537 GBq erhöhten sich um 70% gegenüber dem Vorjahr. Hiervon entfallen 70% (3870 GBq) auf die Verbrennungsanlage JÜV50/2, die ihren Vor-



jahreswert um den Faktor 14 übertraf. Die C-14-Emissionen von 154 GBq sind gegenüber dem Vorjahr halbiert. Der überwiegende Beitrag stammt ebenfalls aus der Verbrennungsanlage JÜV50/2 (130 GBq).

Dennoch sind die C-14-Emissionen des Reaktors FRJ-2 von 23 GBq dosisbestimmend, denn sie erfolgen gleichmäßig über das ganze Jahr, die Emissionen der Verbrennungsanlage jedoch diskontinuierlich und überwiegend außerhalb der Vegetationsperiode. Die Edelgas-Emissionen (überwiegend Ar-41 aus dem FRJ-2) erfolgen wie C-14 kontinuierlich über das Jahr. Die Abgabe von 180 GBq liegt gegenüber dem Vorjahreswert

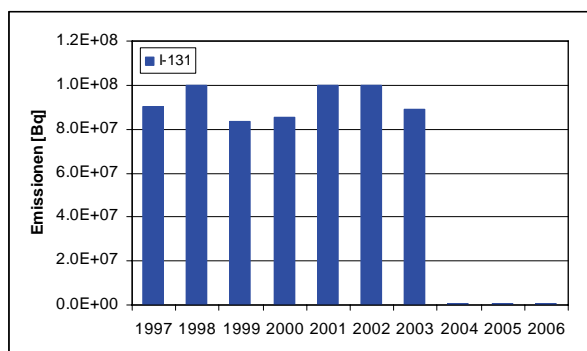


Abbildung 2-10: Zeitlicher Verlauf der I-131-Emissionen mit der Abluft

(2005) um 52 % niedriger. Die I-131-Emissionen von 0,36 MBq sind auf ein Niveau von 74 % des Vorjahreswertes abgesunken.

Nach dem Umbau der Nuklearmedizinischen Klinik der Universität Düsseldorf auf dem Gelände des

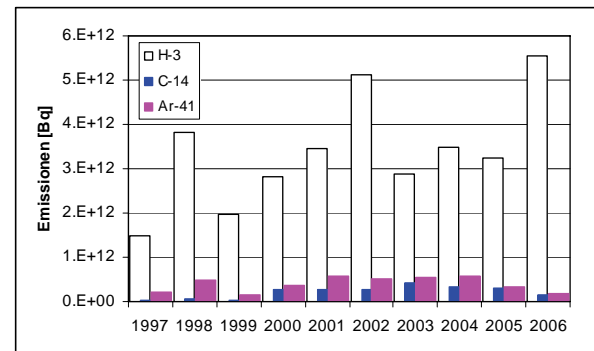


Abbildung 2-11: Zeitlicher Verlauf der H-3-, C-14- und Ar-41-Emissionen mit der Abluft

Forschungszentrums liegen deren I-131-Emissionen weit unterhalb der Freigrenzen nach der StrlSchV und tragen nicht mehr zählbar zu den Gesamtemissionen des Forschungszentrums bei. Der relativ größte Beitrag (86 %) stammt aus der Verbrennungsanlage.

Abbildung 2-12 gibt einen Überblick über die Strahlenbelastung im Berichtsjahr in der Umgebung des Forschungszentrums für Kinder im Alter von 1 bis 2 Jahren als höchstbelasteter Bevölkerungsgruppe. Die Emissionen des Nuklids C-14 erwiesen sich als dosisbestimmend. Das Maximum der effektiven Dosis (Kinder von 1 bis 2 Jahren<sup>1</sup>) lag bei 2,3 µSv/a (vgl. Tabelle 2-20) an Zaunposition 5 (vgl. Abbildung 2-9). Dieser Wert entspricht 0,8 % des zulässigen Grenzwertes nach § 47 StrlSchV von 300 µSv/a bzw. 0,01 % der jährlichen natürlichen Strahlenbelastung von 2400 µSv. Die Verteilung der effektiven Dosis in der Jülicher Region (Abbildung 2-12) lässt die Hauptwindrichtungen Süd-Ost und Süd-West erkennen. Die

Tabelle 2-19: Gemessene Emissionen der wichtigsten Nuklide mit der Fortluft im Jahr 2006

Nuklid- Gruppe	Nuklid	Ableitungen mit der Fortluft [GBq]														Summe
		FRJ-1	FRJ-2	AVR	B-NZ	HML	ISR-CZ	JUEV 50/2	KP-ZYK	IKP-COSY	BABY-ZYK	IFF-ZYK	INC-ZYK	IFF- INC	DE BEZ	
Tritium	<sup>3</sup> H	0.07	1550	114.00	1.65	0.01	1.14	3870.00	-	-	-	-	-	-	0.49	5537.36
Kohlenstoff	<sup>14</sup> C	0.02	22.80	1.02	0.29	0.03	0.10	130.00	-	-	-	-	-	-	-	154.26
Edelgase	<sup>41</sup> Ar	-	154.00	-	-	-	-	-	25.40	-	0.27	-	-	-	-	179.67
	<sup>85</sup> Kr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>133</sup> Xe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>135</sup> Xe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aktivierungs-gase	<sup>11</sup> C	-	-	-	-	-	-	-	-	3.26	6.07	-	0.76	-	-	10.09
	<sup>13</sup> N	-	-	-	-	-	-	-	105.00	2.77	-	-	-	0.02	-	107.79
	<sup>16</sup> N	-	-	-	-	-	-	-	105.00	3.26	-	-	-	-	-	108.26
	<sup>18</sup> F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.59	-	0.03	-	-	9.62
	<sup>15</sup> O	-	-	-	-	-	-	-	-	3.50	-	-	0.75	-	-	4.25
	<sup>19</sup> O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	0.06
Halogene	<sup>131</sup> I	-	0.00005	-	-	-	-	0.00031	-	-	-	-	-	-	-	0.00036
	<sup>82</sup> Br	-	0.00639	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00639
Aerosole	<sup>60</sup> Co	-	-	-	8.6E-07	1.4E-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2E-06
	<sup>137</sup> Cs	-	-	-	9.2E-06	1.1E-05	3.8E-07	-	-	-	-	-	-	-	1.4E-08	2.1E-05
	<sup>203</sup> Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>75</sup> Se	-	0.00004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00004
	<sup>35</sup> S	-	-	-	-	-	-	0.00214	-	-	-	-	-	-	-	0.00214
	<sup>154</sup> Eu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>90</sup> Sr / <sup>90</sup> Y	-	-	-	-	1.1E-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1E-06
	Alpha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3E-07	3.3E-07
	Beta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7E-07	6.7E-07

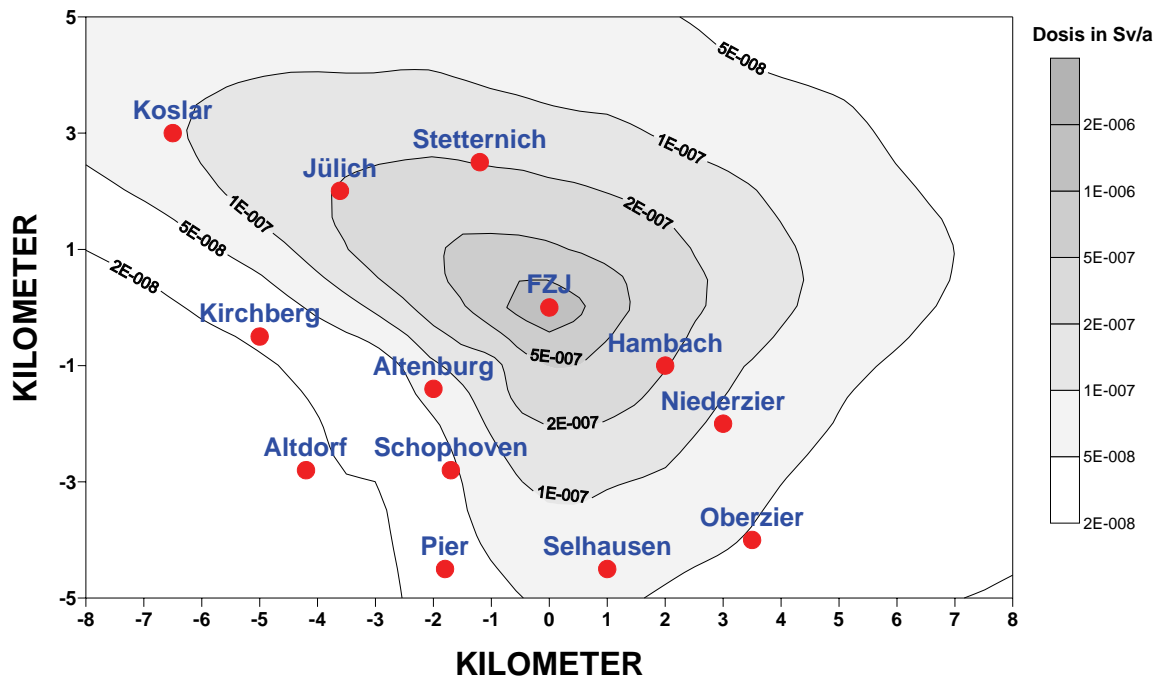


Abbildung 2-12: Verteilung der Effektivdosis für 1-2 jährige Kinder in der Umgebung des Forschungszentrums

höchste Schilddrüsendosis (Kinder von 1 bis 2 Jahren) ergibt sich mit  $1,8 \mu\text{Sv/a}$  an Zaunposition 4 als Folge C-14-Emissionen der Reaktors FRJ-2 (vgl. Abbildung 2-9).

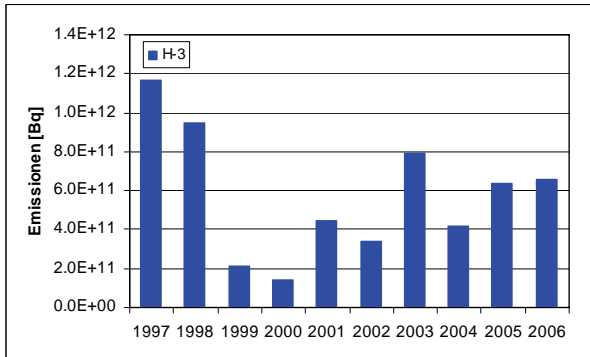


Abbildung 2-13: Zeitlicher Verlauf der Tritium-Emissionen mit dem Abwasser

### 2.3.1.2 Emissionen mit dem Abwasser

Einen Überblick über die zeitliche Entwicklung der radioaktiven Emissionen mit dem Abwasser in die Rur geben Abbildung 2-13 und Abbildung 2-14.

Die Tritium-Emissionen sind mit 660 GBq gegenüber dem Vorjahr nahezu gleich geblieben. Die Abgabe von Sr-90 / Y-90 dagegen liegt mit 48,5 MBq etwa doppelt so hoch wie im Jahr 2005. Um rund ein Drittel reduziert zeigen sich die I-131-Emissionen von 8,5 MBq. An Co-60-Emissionen wurden 1,2 MBq gefunden. Cs-137 liegt mit 12,5 MBq beim 4,3fachen des Vorjahreswertes.

Zusätzlich wurden im Berichtsjahr  $<7,66 \text{ MBq}$   $\alpha$ -Strahler und  $0,3 \text{ GBq}$  ( $\beta + \text{EC}$ )-Strahler abgegeben. Aus den Emissionen resultieren im Flusswasser Konzentrationen von  $<25 \mu\text{Bq/l}$   $\alpha$ -Strahler,  $1 \text{ mBq/l}$   $\beta$ -Strahler und  $2,2 \text{ Bq/l}$  Tritium. Die Abwasser-Emissionen des Berichtsjahres führen zu Dosisbeiträgen von  $14,3 \mu\text{Sv/a}$  für die Knochenoberfläche (12-17-Jährige), von  $3,2 \mu\text{Sv/a}$  für die Schilddrüse (Kleinkinder) und von  $3,1 \mu\text{Sv/a}$  für die effektive Dosis (Kleinkinder) (Tabelle 2-20).

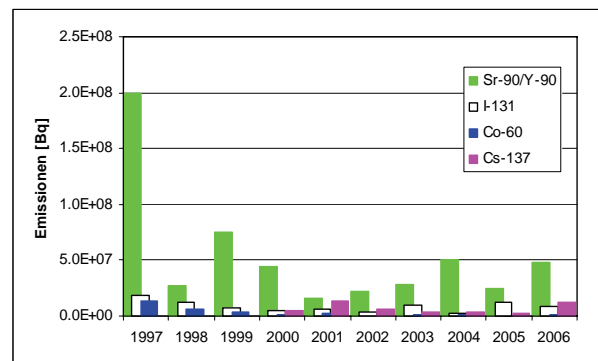


Abbildung 2-14: Zeitlicher Verlauf der Sr-89/Y-90-, I-131-, Co-60 und Cs-137-Emissionen mit dem Abwasser

Diese Werte liegen weit unter den oben angegebenen Dosisgrenzwerten der StrlSchV.

### 2.3.1.3 Zusammenfassung

Tabelle 2-20 gibt eine Übersicht über die Dosisbelastung der Bevölkerung in der Umgebung des

Tabelle 2-20: Resultierende Dosiswerte im Jahr 2006

Emissions- pfad	höchstbelastete Bevölkerungs- gruppe	Organ	Aufpunkt (Abbildung 2-9)	Dosis [μSv]
Abluft	7-12 Jährige	Lunge	10	6.4
	1-2 Jährige	Schilddrüse	4	1.8
	1-2 Jährige	Effektive Dosis	5	2.3
Abwasser	7-12 Jährige	Knochenoberfläche		14.3
	1-2 Jährige	Schilddrüse		3.2
	1-2 Jährige	Effektive Dosis		3.1

Forschungszentrums durch die betrieblich notwendigen und genehmigten Ableitungen radioaktiver Substanzen mit der Fortluft und dem Abwasser. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es im Berichtszeitraum durch radioaktive Emissionen keine Beeinträchtigung der Umgebung des Forschungszentrums gab.

### 2.3.2 Immissionsüberwachung und Radioökologie / S-UI

E. Kümmerle, R. Eckert, W. Genzer, S. Lontzen, T. Opitz

#### 2.3.2.1 Stationäre Messungen

Im Jahr 2006 wurden in den Messstationen des äußeren und inneren Überwachungsringes (siehe

Abbildung 2-15, A1-A4 und Abbildung 2-16, M1-M6, M8 und ZM) u.a. die Gamma-Ortsdosisleistungen gemessen. Abbildung 2-17 zeigt die Ergebnisse.

Bis auf die Messstelle M8 weisen alle Messstationen nur den natürlichen Strahlungshintergrund nach. Unterschiede zwischen den einzelnen Messstellen sind auf die ver-

schiedenen Umgebungsbedingungen zurückzuführen (fester Untergrund, Wald, unterschiedlicher Bewuchs, usw.).

Nur die Gamma-Ortsdosisleistung der Messstelle M8 des inneren Überwachungsringes enthält auch Beiträge des FZJ durch die radioaktiven Stoffe im nahe gelegenen Abfall- und AVR-Behälterlager. Dies wird auch anhand der Ortsdosisleistungsmessungen durch Thermolumineszenzdosimeter (TLD) am Betriebszaun deutlich (siehe Abbildung 2-18, Bereich DE).

Die TLD-Messungen weisen außerdem eine geringe Erhöhung der Dosisleistung im Bereich des AVR-Reaktors sowie eine deutliche Erhöhung bei der Position 43 auf. Diese Erhöhung ist durch eine Deckschicht aus Hochofenschlacke auf dem Fahrweg an der Innenseite des Betriebszauns bedingt.

#### 2.3.2.2 REI-Messprogramm

Im Rahmen des REI-Messprogramms wurden an verschiedenen Stellen innerhalb des Forschungszentrums sowie in der Umgebung im Jahr 2006 insgesamt ca. 500 Umweltproben genommen (vgl. Tabelle 2-21).

Abbildung 2-19 zeigt den langjährigen Verlauf des Radioaktivitätsgehalts in diesen Proben. Für das Jahr 2006 sind im Vergleich zu den Vorjahren nur geringfügige Veränderungen zu beobachten.

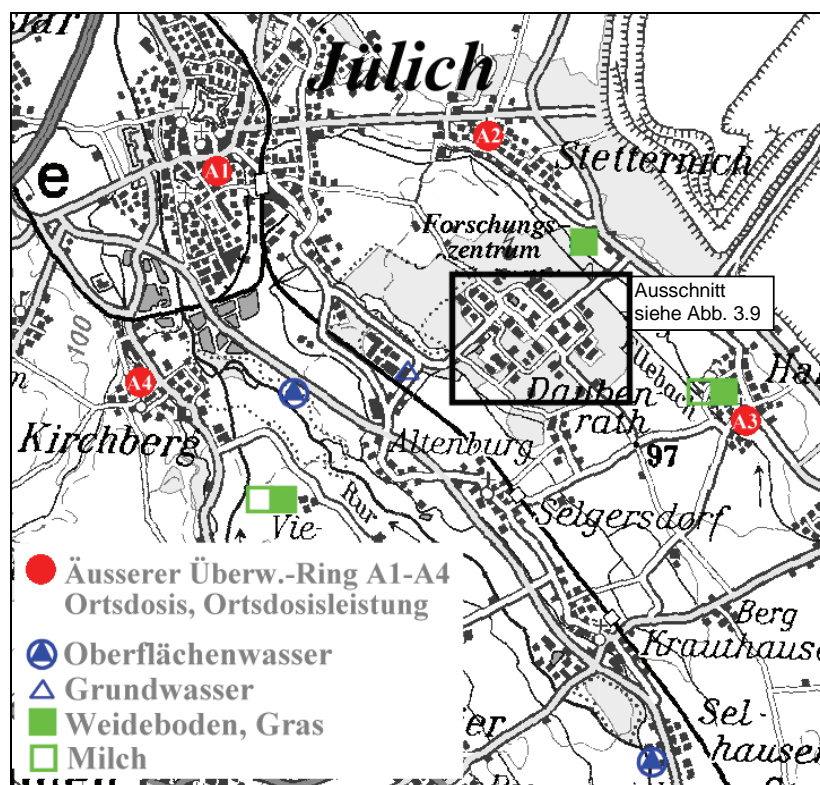


Abbildung 2-15: Mess- und Probenahmestellen in der weiteren Umgebung des Forschungszentrums.  
(Basis: Ausschnitt aus den Amtlichen Topographischen Karten NRW Südwest, 1:200.000, Landesvermessungsamt NRW 1999)

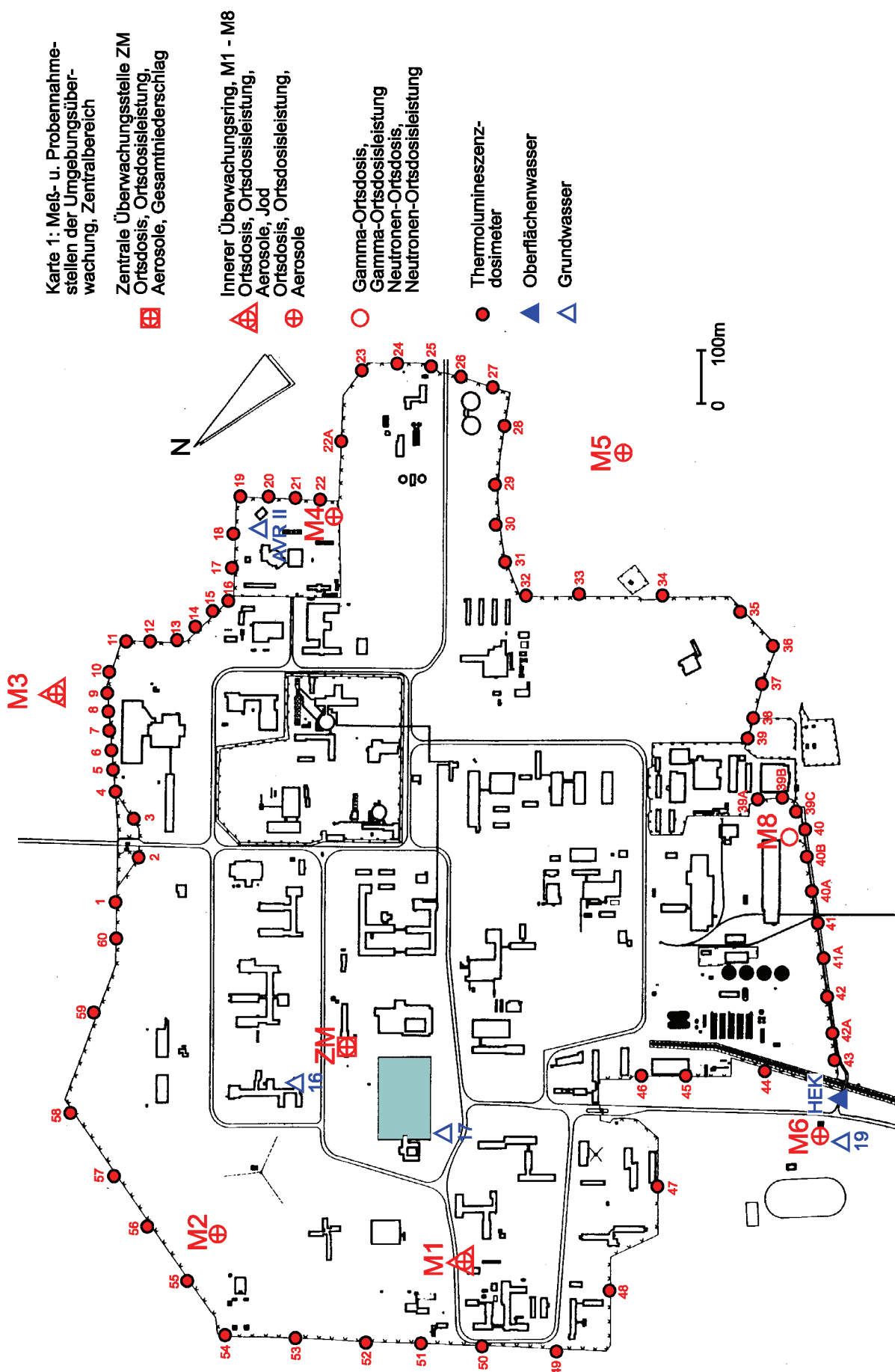


Abbildung 2-16: Mess- und Probennahmestellen auf dem Gelände des Forschungszentrums und in dessen unmittelbarer Umgebung

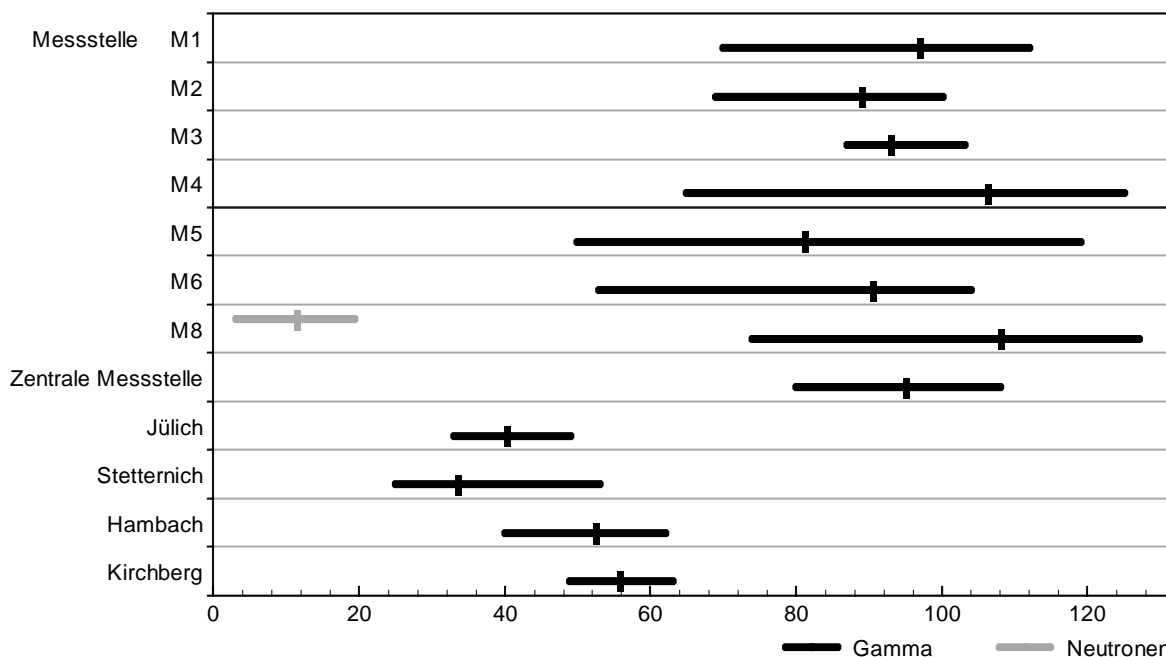


Abbildung 2-17: 2006 gemessene Ortsdosisleistungen. Die vertikalen Markierungen geben den Jahresmittelwert an, die Endpunkte der horizontalen Balken zeigen die gemessenen Maxima und Minima.

Die  $\alpha$ -,  $\beta$ - und Be-7-Aktivitäten in den **Aerosolen** und im **Niederschlag** sind natürlicher Herkunft. Bei den langlebigen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlern handelt es sich vorwiegend um Po-210 bzw. Bi-210 aus der Uranfamilie.

Be-7 wird durch Spallation des atmosphärischen N-14 durch die Höhenstrahlung erzeugt. Bei der

Cs-137-Aktivität im Niederschlag handelt es sich um geringe Reste aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl. Die nachgewiesene H-3-Niederschlagsaktivität ist natürlichen Ursprungs.

Die im Boden gemessenen Sr-90- und Cs-137-Konzentrationen stammen aus den atmosphärischen Atomwaffentests und bei Cs-137 zu 50 %

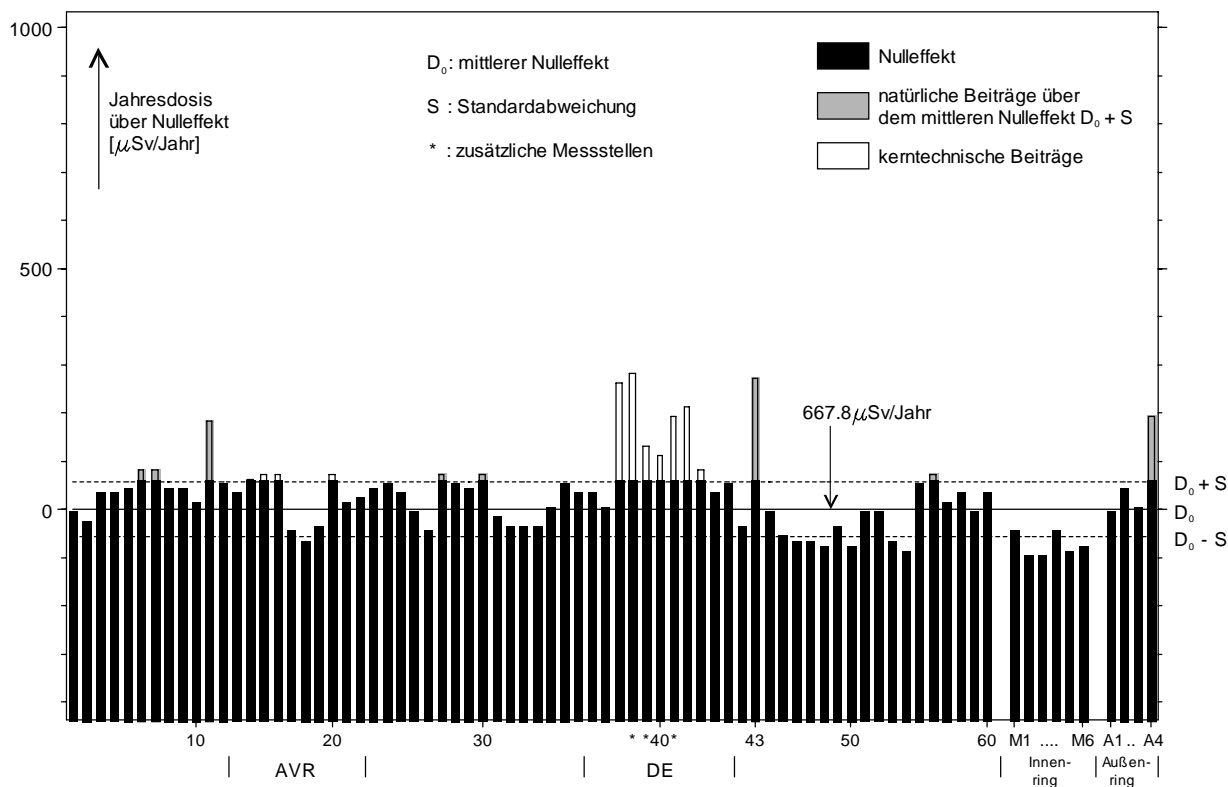


Abbildung 2-18: Im Jahr 2006 mit TLD gemessene Ortsdosen am Zaun des Forschungszentrums Jülich sowie im inneren und äußeren Überwachungsring.

Tabelle 2-21: Entnahme von Umweltproben

Probenart	Probennahme	Messfrequenz
Aerosol	kontinuierlich	Zentrale Messstelle: wöchentlich Messstellen M1 und M3: 14-täglich
Niederschlag	kontinuierlich	14-täglich
Boden	Stichproben, jeweils an 3 verschiedenen Positionen	2 mal jährlich
Gras	Stichproben, jeweils an 3 verschiedenen Positionen	2 mal jährlich
Milch	14-täglich (April bis Oktober), jeweils bei zwei Höfen	14-täglich
Oberflächenwasser	kontinuierlich	14-täglich
Grundwasser	vierteljährlich aus 5 Peilrohren	vierteljährlich

auch aus den Kontaminationen durch den Reaktorunfall von Tschernobyl. Im **Oberflächenwasser** aus der Rur konnte dagegen nur natürliche Radioaktivität nachgewiesen werden. Radionuklide aus dem Forschungszentrum konnten in diesen Umweltproben nicht gefunden werden. Nur im Hauptentwässerungskanal (HEK) wurde eine geringe Aktivitätskonzentration von H-3 sowie Spuren von Cs-137 festgestellt (Abbildung 2-19 unten), die auf Abwasserableitungen aus dem Forschungszentrum zurückgehen.

In quartalsweisen Untersuchungen von **Grundwasser** aus Peilrohren direkt am HEK konnte Tritium in einigen Messungen bei drei von sieben Peilrohren nachgewiesen werden. Hierbei handelt es sich um kurzzeitige, mit vorausgegangenen Emissionen über den HEK korrelierte Konzentrationsanstiege. Diese sind selbst unter der Annahme der Nutzung als Trinkwasser nicht dosisrelevant.

Zur weiteren Beobachtung dieser Messwerte wird über REI hinausgehend seit 1997 ein erweitertes, behördlich abgestimmtes Messprogramm durchgeführt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

1. Im Berichtsjahr 2006 sind in der Umgebung des Forschungszentrums keine Überschreitungen der zulässigen Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft oder im Wasser zu verzeichnen.
2. Die durch Modellrechnungen gewonnenen Ergebnisse, nach denen eine Beeinflussung der Umwelt durch die Ableitungen radioaktiver

Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser auszuschließen ist, wurden durch die Immissionsmessungen bestätigt.

3. In den Umweltproben aus der Umgebung des Forschungszentrums konnte keine Radioaktivitätskonzentration gemessen werden, die durch Emissionen aus dem Forschungszentrum verursacht wurde.
4. Im Abwasser konnten niedrige Konzentrationen von künstlichen Radionukliden im und am HEK gemessen werden, die aber nicht dosisrelevant sind.

5. Umgebungskontaminationen mit Cs-137 und Sr-90 aus früheren Atombombenversuchen und dem Reaktorunfall in Tschernobyl lassen sich nur noch in Bodenproben nachweisen.

### 2.3.2.3 Gammaskpektrometrie-Labor

Im Jahr 2006 wurden insgesamt über 1500 Untersuchungen im Gammaskpektrometrie-Labor durchgeführt. Der Schwerpunkt lag bei der Immissionsüberwachung mit ca. 500 Messungen, bei der Emissionsüberwachung und bei der Kontaminationskontrolle wurden über 400 Proben untersucht. Bei diesen Proben handelt es sich z.B. um Filter, Bauschutt oder um andere Abfälle. Im Rahmen von Ringversuchen wurden 47 Messungen durchgeführt.

Zur Qualitätssicherung hat das Gammaskpektrometrie-Labor im Jahr 2006 erfolgreich an drei Ringversuchen des Bundesamts für Strahlenschutz sowie an einem Ringversuch der IAEA teilgenommen.

### 2.3.3 Meteorologie / S-UM

A. Knaps, L. Henschke, E. Brunen

Die hier dargestellten Ergebnisse stammen aus Messungen an der meteorologischen Station des FZJ<sup>2</sup>, die über einen 124 m hohen meteorologischen Turm für Profilmessungen verfügt.

<sup>2</sup> G. Polster et al., Der meteorologische Turm der Kernforschungsanlage Jülich, Jül-2095, 11/1986

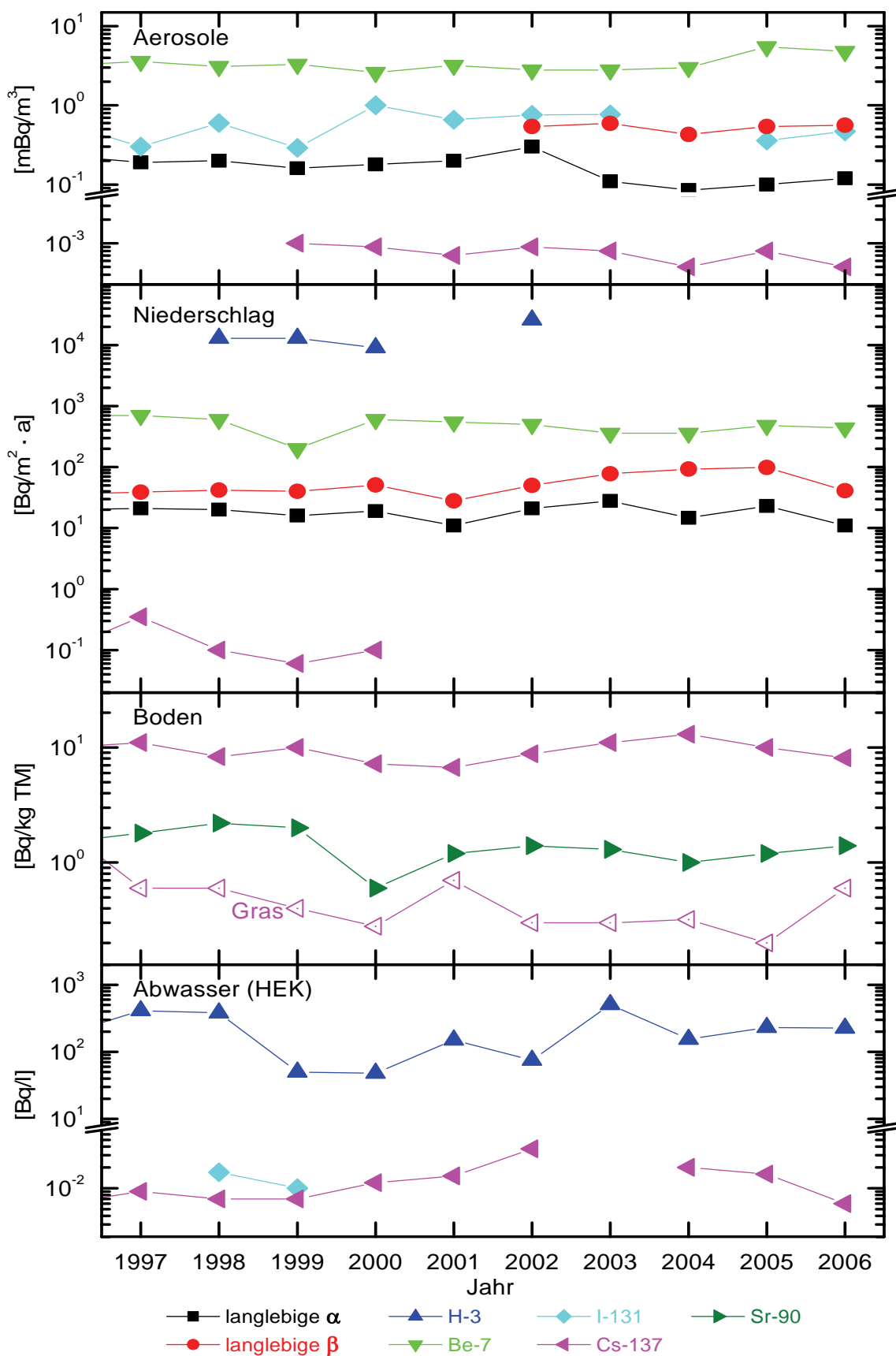


Abbildung 2-19: Jahresmittelwerte der Radioaktivität von Umweltproben in der Umgebung des Forschungszentrums Jülich in den letzten Jahren. (Die  $\beta$ -Aktivität in den Aerosolen wird erst seit 2002 auch unterhalb der geforderten Nachweisgrenze von  $2 mBq/m^3$  ausgewertet.)



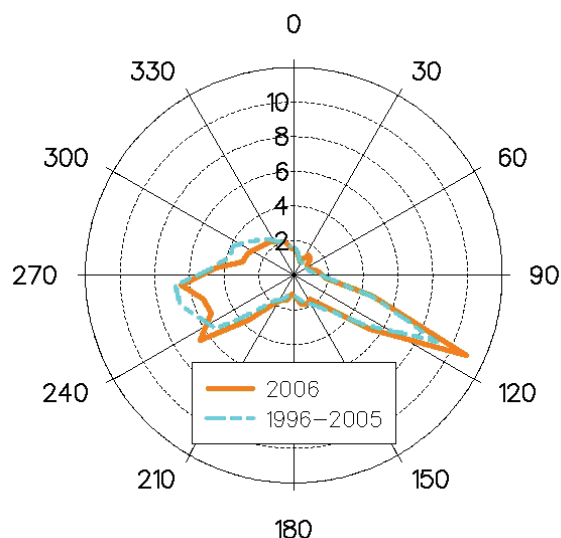
Zur Ermittlung der Windstatistik und der Diffusionskategorien wurden die Stundenmittelwerte der Windmessungen in 30 m Höhe verwendet. Der in die Diffusionskategorie einfließende Temperaturgradient wurde aus den Temperaturmessungen in 20 m und 120 m Höhe berechnet.

Die Windrose auf Basis von 10-Grad-Klassen (Abbildung 2-20) und Stundenmittelwerten stimmt 2006 erneut gut mit der mittleren Verteilung der Windrichtungen aus dem vorangegangenen Zehnjahreszeitraum überein. Bei westlichem Wind war der Sektor von 230 - 239 Grad mit 6,6 % am häufigsten vertreten. Allerdings war der Sektor von 260 - 269 mit 6,5 % fast ebenso stark belegt. Beide unterscheiden sich nur um 4 Ereignisse (Stunden). Windrichtungen aus dem Bereich 210 - 349 Grad wurden 2006 in 50,4 % aller Fälle beobachtet, im 10-jährigen Vergleichszeitraum waren es 54,6 %.

Das in den vergangenen Jahren ebenfalls immer vorhandene Maximum bei Richtungen aus 110-119 Grad war 2006 besonders stark ausgeprägt. Wind aus diesem Richtungsbereich wurde während 960 Stunden beobachtet, das entspricht 11,0 %. Im Vergleichszeitraum von 1996 - 2005 waren es nur 9,1 %. Betrachtet man die Richtungen von 90-139 Grad (Klassenhäufigkeiten von 2 % und mehr), findet man 2238 Stunden (25,5 %). Im 10-jährigen Vergleichszeitraum ka-

*Tabelle 2-22: Häufigkeitsverteilung der Diffusionskategorie (%) in Abhängigkeit von der Windrichtung im Jahr 2006 und im langjährigen Mittel 1969 - 1990 (in Klammern)*

Windrichtung [Grad]	Verteilung der Diffusionskategorie 2006						SUMME
	A	B	C	D	E	F	
30	0,05 (0,27)	0,37 (0,59)	0,42 (0,45)	1,66 (1,5)	0,58 (0,94)	0,50 (0,59)	3,58 (4,34)
60	0,07 (0,18)	0,19 (0,39)	0,29 (0,3)	1,51 (1,12)	0,73 (0,86)	0,41 (0,56)	3,20 (3,41)
90	0,08 (0,25)	0,96 (0,63)	0,92 (0,5)	1,45 (2,69)	1,56 (2,09)	0,65 (1,37)	5,62 (7,58)
120	0,05 (0,17)	1,10 (0,64)	1,86 (1,37)	5,90 (4,39)	6,76 (3,71)	5,05 (3,57)	20,72 (13,23)
150	0,01 (0,09)	0,15 (0,21)	0,16 (0,07)	1,61 (1,99)	1,29 (1,52)	2,52 (2,47)	5,74 (5,53)
180	0,00 (0,07)	0,10 (0,19)	0,13 (0,09)	1,71 (1,63)	0,68 (0,99)	1,31 (1,58)	3,93 (4,7)
210	0,01 (0,09)	0,08 (0,27)	0,16 (0,07)	3,32 (4,38)	0,92 (1,28)	1,24 (1,46)	5,73 (7,93)
240	0,00 (0,15)	0,16 (0,75)	1,05 (0,89)	11,97 (11,62)	1,96 (1,94)	1,37 (1,5)	16,51 (17,55)
270	0,02 (0,22)	0,37 (1,06)	1,36 (1,59)	10,02 (9,29)	2,04 (1,73)	1,74 (1,44)	15,55 (15,25)
300	0,03 (0,25)	0,53 (0,9)	0,96 (1,14)	4,14 (4,77)	1,55 (1,34)	1,11 (1,06)	8,32 (9,28)
330	0,03 (0,33)	0,71 (0,75)	0,75 (0,39)	2,29 (2,02)	1,77 (1,06)	1,10 (0,86)	6,65 (5,6)
360	0,05 (0,46)	0,76 (0,82)	0,55 (0,41)	1,08 (1,31)	0,87 (0,8)	1,14 (0,76)	4,45 (4,6)
Summe	0,40 (2,52)	5,48 (7,19)	8,61 (8,11)	46,66 (46,73)	20,71 (18,24)	18,14 (17,21)	100,00 (100)



*Abbildung 2-20: Relative Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung*

men diese Richtungen in 23,6 % der Zeit vor. Der Sektor mit der geringsten Häufigkeit von 76 Stunden des Jahres (0,9 %) war der 20-29-Grad-Sektor.

Als Maß für den Turbulenzzustand der Atmosphäre wird die Einteilung in 6 Diffusionsklassen nach Pasquill (F. Pasquill, Meteorological Magazin Vol. 90 (1961) S. 33 - 49) verwendet. Die Klassen werden mit den Buchstaben A bis F gekennzeichnet. Klasse A steht für hohe Turbulenz und starke Durchmischung, D für normal ausgeprägte Turbulenz und F für unter-

drückte Durchmischung.

Starke Turbulenz tritt z. B. an windschwachen Sommertagen mit starker Sonneneinstrahlung und einem vertikalen

Temperaturgradienten von kleiner als -0,9 K/100m auf. Dieser Fall ist eher selten, weil dann normalerweise automatisch Umschichtungen stattfinden, die dem Temperaturgradienten entgegenwirken.

Im Gegensatz dazu treten die Voraussetzungen für geringe Turbulenz häufiger auf: nächtliche windschwache Situationen bei wenig oder kei-



ner Bewölkung, die zur Bildung von Inversionen führen.

Die Verteilung der Diffusionsklassen in Abhängigkeit von der Windrichtung ist in Tabelle 2-22 dargestellt.

gestellt. Mit Ausnahme der Kategorie A stimmten 2006 die Häufigkeiten der einzelnen Diffusionskategorien relativ gut mit den langjährigen Mittelwerten überein. Labile Situationen waren leicht unterrepräsentiert und stabile Situationen kamen

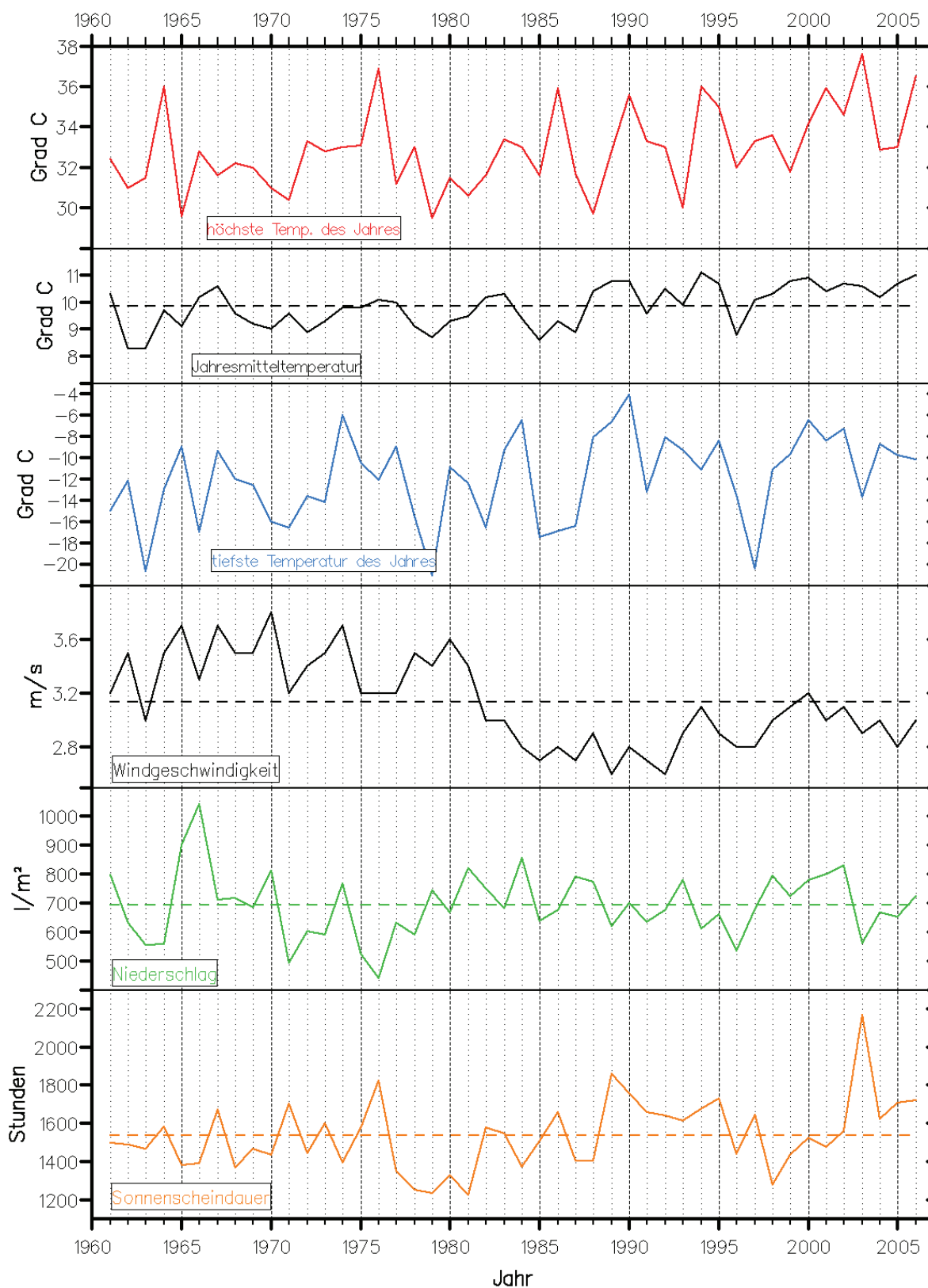


Abbildung 2-21: Jahresmittelwerte 1961–2006 der Temperatur und der Windgeschwindigkeit, sowie der Summen des Niederschlags und der Sonnenscheindauer

etwas häufiger vor, als im langjährigen Mittel. Sehr labile Schichtung (A) wurde nur in 0,4 % der Zeit beobachtet, was bezüglich des Mittelwertes von 2,52 % für diese Kategorie deutlich zu selten war. Der 30-Grad-Sektor um 120 Grad, in dem das OSO-Maximum der Windrichtungsverteilung liegt (siehe Windrose in Abbildung 2-20), ist in den Kategorien D-F besonders stark besetzt. Das

deutet darauf hin, dass Wind aus diesem Richtungs-bereich überwiegend während stabiler Situationen beobachtet wird.

Die Jahresmittel bzw. Jahressummen der wichtigsten meteorologischen Größen sind in Abbildung 2-21 als Zeitreihen der vergangenen 46 Jahre dargestellt. In der nachfolgenden Be-

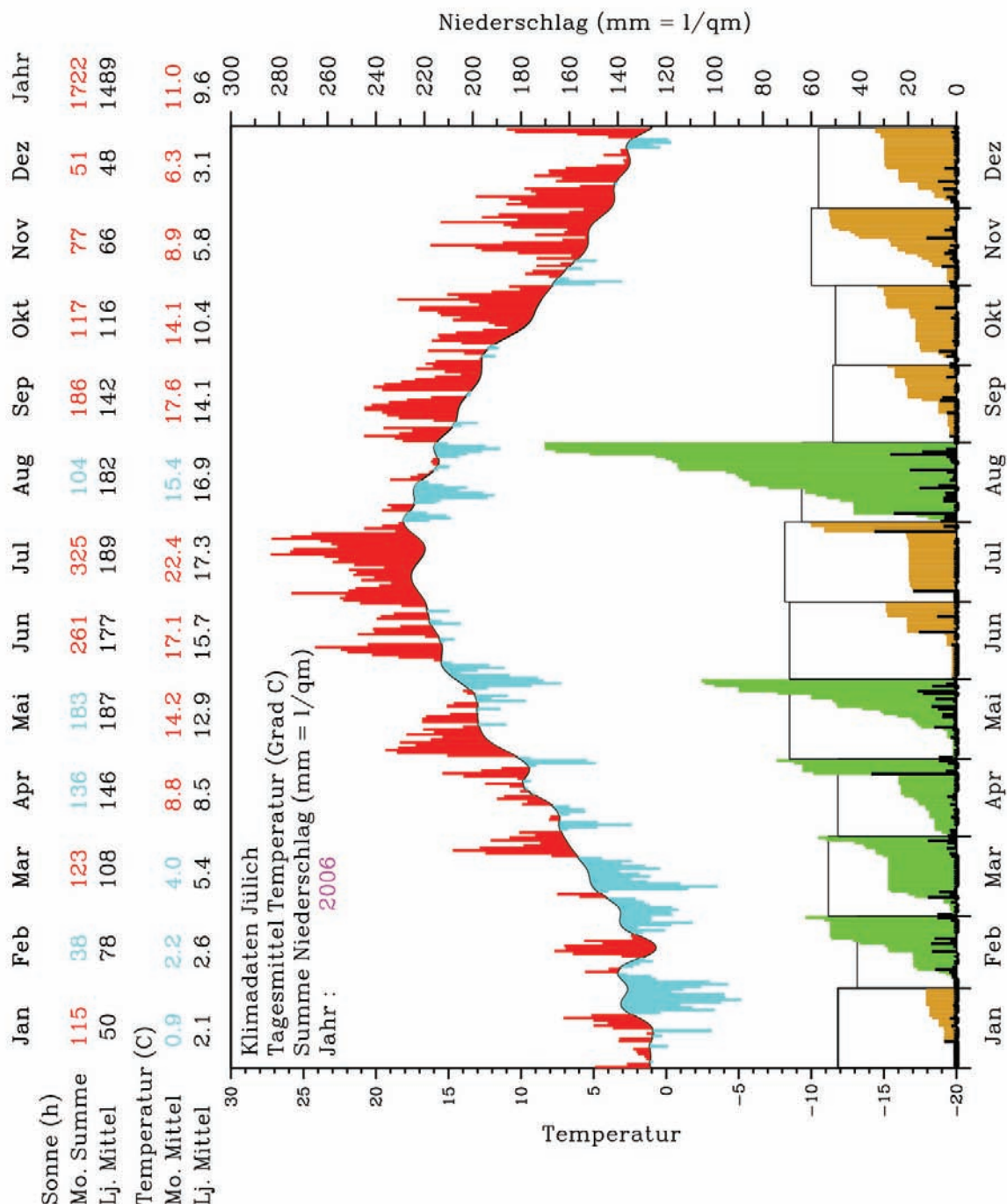


Abbildung 2-22: Tagesmitteltemperatur (oben) sowie Tages- und Monatssummen des Niederschlages (unten) im Jahr 2006 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Temperatur: schwarze Kurve; Niederschlag: Höhe der schwarzen Rechtecke). Negative Abweichungen der Tagesmitteltemperatur: blau, positive Abweichungen: rot; die tägl. Niederschläge (schwarze senkrechte Balken) sind monatsweise aufsummiert; negative Abweichungen der Monatssumme vom langjährigen Mittel: braun, positive: grün

schreibung werden für Vergleiche langjährige Mittelwerte aus den Jahren 1961 bis 2006 herangezogen. Diese unterscheiden sich leicht von den in Abbildung 2-22 angegebenen Mittelwerten, weil dort der von der WMO vorgeschlagene Vergleichszeitraum für klimatologische Messungen verwendet wurde (1961-1990 WMO Global Standard Climate Normals).

Die Jahresmitteltemperatur lag mit 11,0 Grad C deutlich über dem langjährigen Mittelwert von 9,9 Grad C. Nur 1994 wurde ein höherer Mittelwert (11,1 Grad C) gemessen. In allen anderen Jahren seit 1961 lagen die Werte unter 11 Grad C. Darüber hinaus war 2006 das 10-te Jahr in Folge, in dem das Jahresmittel über dem langjährigen Mittel lag. Die höchste gemessene Temperatur betrug 2006 36,5 Grad C. Nur 1976 (36,9 Grad C) und 2003 (37,6 Grad C) wurden höhere Werte gemessen. Das Temperaturmaximum wurde am 19. Juli und das Minimum (-10,2 Grad C) am 29. Januar beobachtet.

Die Windgeschwindigkeit erreichte im Mittel  $3,0 \text{ ms}^{-1}$  und blieb damit knapp unter dem langjährigen Mittelwert von  $3,1 \text{ ms}^{-1}$ . Der Jahresniederschlag summierte sich auf 723 Millimeter,  $30 \text{ l/m}^2$  (4,3 %) über dem Durchschnitt. Die Sonnenscheindauer erreichte einen Wert von 1722 Stunden, das entspricht 112 % des langjährigen Wertes.

Alle Jahreswerte, die in Abbildung 2-20 grafisch dargestellt sind, können im Internet abgerufen werden. Auf der Seite

<http://www.fz-juelich.de/gsmeteo/jmtab1de1/>

befindet sich eine Tabelle mit den einzelnen Zahlenwerten.

Die Ergebnisse der Messungen an der meteorologischen Station werden für die Beurteilung von Emissionen und Immissionen des Forschungszentrums in Hinblick auf die Umgebungsbelastung verwendet. Darüber hinaus dienen die meteorologischen Daten auch der Forschung in verschiedenen Instituten des Forschungszentrums. Sie finden im Rahmen der Modellierung chemischer Reaktionen von Spurenstoffen in der Atmosphäre Verwendung, sowie bei der Interpretation von Messergebnissen bei Labor- und Feldversuchen, der Projektierung von Sonnen- und Windenergieanlagen und der Kalibrierung von Messgeräten.

Im Berichtsjahr 2006 wurden 120 Datensätze weitergegeben. 79 Anforderungen kamen von Instituten innerhalb des FZJ, 1 von privaten Abneh-

mern (Industrie, Stadtverwaltungen, etc.), 4 von Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen und 36 vom Deutschen Wetterdienst.

## 2.4 Messtechnik / S-M

### 2.4.1 Messgeräte/-anlagen / S-MG/MA

H. Preiß, M. Dieck, G. Hallmanns, G. Henschke,  
F.J. Netten, J. Wauben

Die nachfolgende Abbildung 2-23 gibt einen Überblick über die prozentuale Aufteilung und Gesamtzahl der Arbeiten an Geräten in den letzten 12 Jahren. Differenziert wird die Anzahl der Arbeiten an den Messgeräten nach drei Gruppen:

- Wartung und elektronischer Abgleich der Geräte,
- Reparaturen,
- Eingangskontrollen, Umbau und Geräteänderung

Es zeigt sich, dass Wartungen und Abgleich von Messgeräten im letzten Jahr den Hauptteil der Arbeiten ausmachten (Abbildung 2-23). Weiterhin ist ersichtlich, dass sowohl die Anzahl der Reparaturen als auch die Anzahl der Eingangskontrollen, Umbau und Geräteänderungen im letzten Jahr annähernd auf dem langjährigen Niveau geblieben ist.

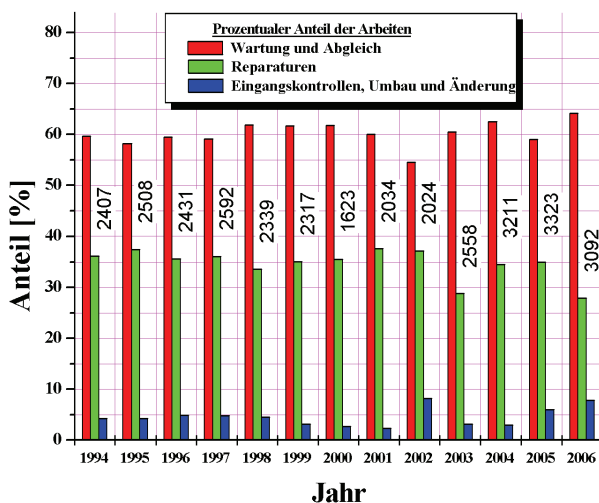


Abbildung 2-23: Prozentuale Aufteilung und Gesamtzahl der Arbeiten an Geräten 1994 - 2006

Bei den Eingangskontrollen werden häufig Fertigungsfehler, Konstruktionsfehler, Abweichungen in der Werkskalibrierung und sicherheitstechnische Mängel festgestellt, die unter Umständen den Hersteller zur Modifikation seiner Geräte veranlassen. Während in der Vergangenheit die Fehler in der Hardware überwogen, liegen bei den Geräten der neuen Generation vorwiegend Fehler im Softwarebereich vor.

Bei der Wartung werden alle mechanischen und elektronischen Funktionen der Geräte überprüft.

Es wird im Allgemeinen ein Wartungszyklus von 18 Monaten angesetzt. Dies ist ein Erfahrungswert, der aber abhängig von den Geräteeigenschaften modifiziert werden kann.

In der Abbildung 2-24 sind die Reparaturen der gewarteten Messgeräte der letzten 13 Jahre aufgeführt, differenziert nach direkter Reparatur in S, Reparatur in Verbindung mit einer Wartung in S und Werksreparaturen. Man erkennt bis 2003 einen nahezu kontinuierlichen Rückgang der Werksreparaturen und einen Anstieg der Eigenreparaturen. Im Jahr 2005 lag der Reparaturanteil niedriger als in den Jahren zuvor, was durch einen geringeren Ausfall der Messgeräte erklärt werden kann. Für das Berichtsjahr erreichte der Reparaturanteil jedoch wieder den alten Wert.

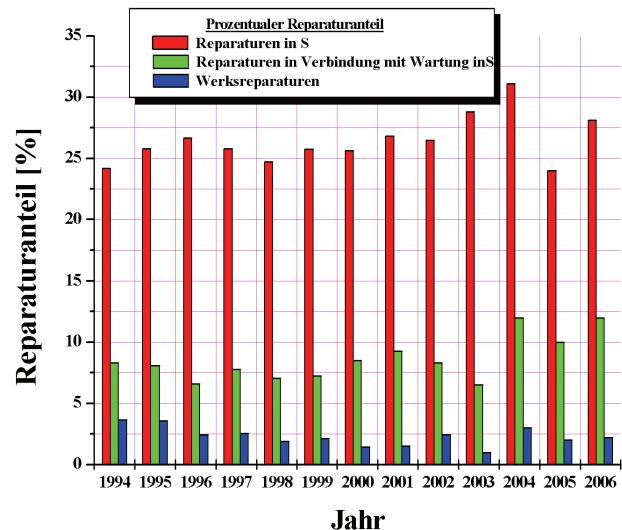


Abbildung 2-24: Prozentualer Reparaturanfall der gewarteten Messgeräte 1994 - 2006

Ein überproportionaler Arbeitsaufwand war für genehmigungsbedingte vorgeschriebene Geräte erforderlich. Diese Geräte sind in der Regel überaltert. Das bedeutet, dass die Reparaturen an diesen Geräten fast ausschließlich in Eigenleistung durchgeführt werden müssen.

In den Zahlen gemäß Abbildung 2-23 sind Eignungstests und Entwicklungsarbeiten nicht enthalten. Eignungstests werden durchgeführt um sicherzustellen, dass die anzuschaffenden Geräte die Anforderungen des Forschungszentrums erfüllen. So werden z. B. im Auftrag des Geschäftsbereiches Einkauf und Materialwirtschaft Bestellanforderungen von Strahlenschutzmessgeräten der Organisationseinheiten begutachtet und geräte-technische Beratungen durchgeführt.

Ebenso werden auf Wunsch der Herstellerfirmen in einigen Fällen bereits in den Produktionsstätten

Eignungstests vorgenommen um eine benutzerfreundliche Anwendung und effektiven Service schon frühzeitig in der Herstellung einfließen zu lassen.

Im Berichtsjahr wurden auch wieder verschiedene Arbeiten zur Wartung, Reparatur und Modernisierung an den Emissionskontrollsystemen der Großemittenten im FZJ durchgeführt. Diese umfassten auch den Transfer und die zentrale Erfassung der Daten sowie die Betreuung des Alarmpfads zur Sicherheitszentrale und dessen nachgeschalteter Elektronik. Da zu einem 25 Jahre alten System keine Ersatzteile mehr zur Verfügung stehen, wird mit adäquaten elektronische Bauteilen sein Betrieb gesichert. Ebenso wurden elektronischer Geräte, die auf dem Markt nicht erworben werden können und in vorhandene Labor- und Messeinrichtungen integriert werden sollen, entwickelt und gebaut.

Zur Überprüfung von ortsbeweglichen Geräten nach VDE 0701/0702, sowie von Maschinen/Anlagen nach VDE 0113, die in S-M repariert und gewartet werden, wurde eine Datenbank zur Dokumentation angelegt.

Des Weiteren wurde die Instrumentierung zur rechnergestützten Erfassung der Daten an der meteorologischen Station weiterhin betreut. Von Seiten der Aufsichtsbehörde wurde die wiederkehrende Prüfung nach KTA-Regel 1508 für die meteorologische Messwertaufnahme durchgeführt, die dabei von der Arbeitsgruppe S-MA in messtechnischer Hinsicht unterstützt wurde.

Zur retrospektiven Dosimetrie wurde im Berichtsjahr mit dem Elektronen-Spin-Resonanz Messsystem ein Programm fortgeführt, um ein Verfahren zur Bestimmung der externen Dosis in Notfallsituationen zu entwickeln. Die Ergebnisse zeigen, dass weitere Untersuchungen zur Erklärung gewisser Phänomene nötig sind, die eingeschlagenen Schritte jedoch zum Erfolg führen können.

## 2.4.2 Dosimetrie / S-MD

*J. Pillath, F. Bast, K.-H. Krieger, W. Marquardt*

Tabelle 2-23 zeigt eine Übersicht über die in den letzten Jahren überprüften und kalibrierten Strahlenschutzmessgeräte. Von den im Berichtsjahr angefallenen ca. 550 tragbaren (ohne Stabdosisimeter) und ca. 300 fest installierten Messeinrichtungen wurden ca. 30 Geräte im Auftrag verschiedener Fremdfirmen kalibriert. Obwohl die Arbeiten auf dem Gebiet der Kerntechnik im For-

schungszentrum weiterhin rückläufig sind, bleibt die Anzahl der zu kalibrierenden Geräte innerhalb gewisser Schwankungen über die letzten Jahre nahezu konstant. Der Grund dafür liegt in der Zunahme von Tätigkeiten im Rahmen von Rückbaumaßnahmen.

Bei den Personenkontaminationsmonitoren ist zusätzlich die Anzahl der überprüften bzw. kalibrierten Einzelsonden der Geräte aufgeführt. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass im Forschungszentrum zur Kontaminationskontrolle an Personen zunehmend Ganzkörpermonitore eingesetzt werden, die eine große Anzahl von Einzeldetektoren (bis zu 35 Sonden) aufweisen und damit einen entsprechend hohen Prüfumfang erfordern. Die Aufteilung der im Berichtsjahr für die einzelnen Organisationseinheiten des Forschungszentrums und für verschiedene Fremdfirmen durchgeführten Kalibrierungen ist in Tabelle 2-24 zusammengefasst.

Zusätzlich zu den Kalibrierungen wurden bei ca. 210 geeichten Geräten die vorgeschriebenen halbjährlichen Kontrollmessungen durchgeführt und die Termine zur Nacheichung verfolgt. Der Versand zu eichender Geräte zu den Eichämtern und die Veranlassung eventuell notwendiger Reparaturen sowie die Ersatzbeschaffung radioaktiver Kontrollvorrichtungen für die Kontrollmessungen an den geeichten Geräten erfolgt ebenfalls über S-MD.

Für verschiedene Arbeitsgruppen des Forschungszentrums wurden zusätzlich ca. 85 Bestrahlungen in unterschiedlichen Beta- und Gamma-Referenzstrahlungsfeldern an insgesamt ca. 550 passiven Dosimetern (TLD, Filmdosimeter) sowie speziellen Detektoren und Proben (z.B. für ESR-Untersuchungen) durchgeführt.

Gemäß den behördlichen Auflagen zum Schutz der Beschäftigten und der Bevölkerung wurde im Rahmen der Umgebungsüberwachung die durch externe Strahlung hervorgerufene Gamma-Ortsdosis an insgesamt 95 Messstellen am Zaun und in der Umgebung des Forschungszentrums sowie die Neutronendosis an zwei weiteren, repräsentativen Messstellen mit Thermolumineszenzdosimetern (TL-Dosimetern) in halbjährlichen Abständen bestimmt. Die ermittelten Dosiswerte lagen bis auf einige wenige Ausnahmen im Bereich des natürlichen Strahlungsuntergrundes. Eine detaillierte Übersicht über die Lage der Messstellen und die Ergebnisse der Umgebungsmessungen findet sich in Kapitel 2.3.1.

Tabelle 2-23: Übersicht über die in den vergangenen zehn Jahren kalibrierten Strahlenschutzmessgeräte

Geräte und Messstellen	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Fest installierte Geräte</b>										
γ-Monitore	95	127	96	146	107	171	113	147	160	163
Neutronenmonitore	17	53	16	60	34	58	69	53	79	53
Raum- und Abluftanlagen	30	33	46	55	50	45	43	46	62	48
mit α-Aerosolmessstellen	13	12	13	20	13	11	9	12	17	17
β-Aerosolmessstellen	23	19	23	29	20	19	16	20	30	26
Gasmessstellen	19	25	23	25	25	23	23	20	28	18
Jodmessstellen	7	6	5	5	5	5	4	5	6	5
Hand-Fuß- /Ganzkörper-Kontaminationsmonitore	89	84	83	98	97	98	60	38	39	33
Gesamtanzahl der Einzelsonden								373	430	434
<b>Tragbare Geräte</b>										
γ-Dosimeter (Dosis- und Dosisleistungsmessgeräte)	431	382	388	370	409	382	362	369	312	324
β-γ-Dosimeter	10	10	5	7	14	9	9	17	13	14
Stabdosimeter (Eingangskontrollen)	50	150	120	90	80	150	117	73	35	124
Stabdosimeter (Wiederholungsprüfungen)	460	428	462	415	385	447	289	64	204	435
Neutronenmonitore	13	12	10	13	14	11	12	10	11	14
Kontaminationsmonitore	294	275	296	301	284	301	304	149	187	203

Weiterhin wurden auf dem Betriebsgelände der B-ND in der Nähe des Abfalllagers und des Containerstapels an 20 verschiedenen Messpositionen die Ortsdosen mit TL-Dosimetern halbjährlich ermittelt. Die Spitzenwerte der Jahresortsdosen lagen hier bis zu ca. 9 mSv für die Messstellen am Containerstapel.

Weitere unabhängige Ortsdosismessungen zum Schutz des beschäftigten Personals wurden gemäß behördlicher Auflagen an 10 Messpositionen an der ICRH-Plasmazusatzheizung und an 6 Messpositionen am Gyrotron im IPP vorgenommen. Die jährliche Auswertung dieser Dosimeter ergab Dosiswerte im Bereich des natürlichen Strahlungsuntergrundes (ca. 400 - 550 µSv/a).

Am Fusionsexperiment Textor befinden sich rings um den Bunker 21 TLD-Messstellen, an denen halbjährlich die Gamma-Ortsdosen bestimmt werden. Die im Berichtsjahr ermittelten Dosiswerte lagen nur geringfügig (max. 250 - 350 µSv) über dem natürlichen Strahlungsuntergrund.

Beim Betrieb des Tokamaks Textor mit Deuterium, und insbesondere beim Einsatz der Neutralteilchenzusatzheizung, entstehen über D-D-Fusionsreaktionen energiereiche Neutronen. Zur

unabhängigen Bestimmung der Neutronenkomponente werden zusätzlich zur aktiven Neutronendosisleistungsbestimmung an zwei Messstellen innerhalb der Textor-Halle die Neutronen-Ortsdosen mit speziellen passiven TL-Dosimetersystemen in halbjährlichen Intervallen gemessen. Bei Jahresdosiswerten von maximal 170 µSv (inklusive des natürlichen Neutronen-Strahlungsuntergrundes) ist auch hier die Einhaltung der Grenzwerte (1 mSv/a für nicht beruflich strahlenexponierte Personen) gewährleistet.

Darüber hinaus werden von S-MD neue Geräte und Messsysteme vor ihrem erstmaligen Einsatz geprüft sowie auf ihre Eignung bezüglich der geforderten Messungen im Strahlenschutz getestet als auch im praktischen Einsatz erprobt und gegebenenfalls an spezielle Messaufgaben im Forschungszentrum angepasst bzw. nach Vorgabe an den Hersteller modifiziert.

Gleichzeitig werden dabei für die späteren Prüfungen durch den Betreiber sowie für die durch S-MD - teilweise im Beisein eines Sachverständigen – durchzuführenden wiederkehrenden Prüfungen geeignete Prüf- und Kalibrierverfahren festgelegt und in Form von Prüfanweisungen dokumentiert.

Tabelle 2-24: Anzahl der Kalibrierungen ortsfester und tragbarer Strahlenschutzmessgeräte

Organisations-einheit		Ortsgebundene Strahlenschutzinstrumentierung					
neue Bez.	alte Bez.	$\gamma$ -Monitore	Neutronen-Monitore	Raum- und Abluft-Monitore	Personen-Kontaminations-Monitore	gesamt	
B-ND	B-ND	41	1	5	8	54	
B-NM	B-NM	11		10	4	25	
B-NZ	B-NZ	37		18	10	66	
IEF-6	ISR-CZ	50		8	6	64	
IFF	IFF		52	2		2	
IKP	IKP			2	5	59	
INB-4	INC	1		2		3	
S	S	13		1		14	
ZFR	ZFR/D	8				8	
ZFR	ZFR/M	2				2	
Organisations-einheit		Tragbare Strahlenschutzmessgeräte					
neue Bez.	alte Bez.	$\gamma$ -Dosimeter	Neutronen-Monitore	$\beta$ - $\gamma$ -DL-Messgeräte	Kontaminationsmonitore	Stab-dosimeter	gesamt
AVR	AVR		1	3	12		16
B-F	B-F	23			2		25
B-ND	B-ND	46		2	38	82	168
B-NM	B-NM	5			5	24	34
B-NZ	B-NZ	42	1		17		60
ELLA	ELLA	13	1		5		19
Fremd-firmen	Fremd-firmen	14	2		16		32
IBT-1	IBT-1				1	25	26
ICG-3	ICG III	4			3		7
ICG-4	ICG IV				5	62	67
IEF-4	IPP		1		2		3
IEF-6	ISR-CZ	7	1		16		24
IFF	IFF	5	1		6		12
IKP	IKP	22	2		1	219	244
INB-1	IBI-1				2	12	14
INB-2	IBI-2				1	11	12
INB-3	IME	16		1	3		20
INB-4	INC	22		1	12		35
M	M	4			6		10
P-M	P	1			1		2
S	S	64	2	4	28	124	222
ZAT	ZAT				1		1
ZCH	ZCH	2					2
ZFR	ZFR	34	2	3	20		59

Diese Prüfanweisungen bilden auch Bestandteil von Genehmigungsanträgen und Änderungsanzeigen bei den behördlichen Stellen. Die Koordination des Ablaufs der wiederkehrenden Prüfungen zwischen Betreiber, Sachverständigen und dem Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz sowie die Bereitstellung spezieller strahlenschutztechnischer Messgeräte, Prüfhilfsmittel und radioaktiver Kontrollvorrichtungen wird ebenfalls von S-MD vorgenommen.

Weiterhin wurden auf Anfrage verschiedener Organisationseinheiten spezielle dosimetrische Untersuchungen zur Strahlenschutzüberwachung durchgeführt und fachliche Hilfestellung bei unterschiedlichen Problemen der Strahlenmesstechnik geleistet.

Im Rahmen der F&E-Arbeiten lag der Schwerpunkt auf Untersuchungen zur Messung von Ortsdosen bzw. der Ortsdosisleistung in gemischten Strahlungsfeldern. Hierzu wurde der bei S-MD



entwickelte Prototyp eines Beta-Gamma-Dosis-/Dosisleistungsmessgerätes in der Praxis erprobt und im Detail den Erfordernissen angepasst. Zur Zeit wird eine Kooperation mit einem Industriepartner für die kommerzielle Nutzung des Messgerätes angestrebt.

Bei den Entwicklungsarbeiten zur Dosimetrie in gemischten Gamma-Neutronen-Strahlungsfeldern mit verschiedenen hochempfindlichen TL-Materialien wurde die Zusammenarbeit mit dem Institut für Kernforschung (Debrecen) der Ungarischen Akademie der Wissenschaften fortgesetzt. Sowohl durch den Einsatz unterschiedlicher TL-Materialien als auch durch die quantitative Bestimmung der einzelnen Beiträge der Peaks innerhalb der Glowkurven ist prinzipiell eine Separation der Dosisbeiträge nach unterschiedlichem linearem Energieübertragungsvermögen - und damit auch nach der Strahlenart - möglich. In mehreren Messreihen wurden Detektorkombinationen aus unterschiedlichen TL-Materialien in simulierten Mischstrahlungsfeldern vergleichend getestet. Durch eine Optimierung der Parameter für die Regenerierung der TL-Detektoren sowie für das Zeit-Temperaturprofil bei der Auswertung konnten im Dosisbereich von ca. 10  $\mu\text{Sv}$  bis 1000 mSv die Abweichungen bei der Reproduzierbarkeit der Einzeldosismessungen - sowohl für die normalempfindlichen wie auch für die hochempfindlichen TL-Materialien - auf unter 5 % gesenkt werden. Zur Zeit werden weitere Untersuchungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit bei der Bestimmung der Dosisanteile in gemischten Gamma-Neutronen-Strahlungsfeldern durch die Weiterentwicklung der Computer gestützten Glowkurvenanalyse durchgeführt.

### 2.4.3 Mechanik / S-MM

*Th. Ennen, H. W. Gellissen, H. G. Körffer*

Die mechanische Werkstatt unterstützte im Berichtsjahr die verschiedenen Teams im GB Sicherheit und Strahlenschutz bei der Durchführung ihrer Aufgaben, z. B.:

- Zur Ertüchtigung der Alpha-Spektrometrie wurden die kompletten Vakuumkomponenten dergestalt erneuert, dass selbst nach einem Probenwechsel bei einem Anschluss der Kammer an das Vakuumsystem der Druck im Gesamtsystem nicht über 0,01 mbar ansteigt.
- Aufgrund der neuen Strahlenschutzverordnung mussten zur Kalibrierung der Hand-Fuß-Monitore Halterungen zur Aufnahme der

Prüfstrahler neu entwickelt und gefertigt werden.

- Im Rahmen eines F&E-Programms wurde ein meteorologischer Mast mit speziellen Geräteausleger bestückt. Diese mussten, da auf dem Markt nicht erhaltbar, konstruiert und gefertigt werden.

Zu den Dienstleistungen der Werkstatt gehörte ebenfalls der Bau von kleinen Mess- und Arbeitshilfen, Montagevorrichtungen sowie Instandsetzungsarbeiten an vorhandenen Geräten und Einrichtungen. Für spezielle Messzwecke wurden Sonden zu vorhandenen Strahlenschutzmessgeräten angefertigt. Weiterhin lag die komplette mechanische Wartung der behördlich vorgeschriebenen Strahlenschutzüberwachungssysteme im Verantwortungsbereich der Werkstatt.

### 2.4.4 Ergebnisse – Projektbetreuung/ Sachverwaltung / S-MS

*J. Höbig*

Die wesentlichen Aufgaben bestanden im Berichtsjahr in der organisatorischen Vorbereitung und Abwicklung von Drittmittelprojekten und der Verwaltung des Geschäftsbereichshaushalts.

Das von der Walter-Gastreich-Stiftung (im Stifterverband der Deutschen Wissenschaft e.V.) unterstützte Projekt „*Einfluss der äußeren und inneren Strahlenexposition auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung der Gemeinde Volincy, Kreis Korma, Weißrussland*“ wurde im Berichtsjahr mit einem Feldeinsatz und Datenauswertungen fortgesetzt.

Im Projekt „*Strahlenbelastung der Bevölkerung in der Region Aktau/ Kaspisches Meer*“ in Kasachstan (Abbildung 2-25), unterstützt von der Dr.-



*Abbildung 2-25: Probennahme in der Aktau-Region, Kasachstan*



Erich-Schmitt-Stiftung (im Stifterverband der Deutschen Wissenschaft e.V.), wurde ein Feldeinsatz vorbereitet und durchgeführt. Das Projekt und die Ergebnisse wurden auf der 6. Internatio-

nen Konferenz „Nuclear and Radiation Physics“ in Almaty, Kasachstan vorgestellt.

Es wurde ein kasachischer Wissenschaftler für einen Monat nach Jülich eingeladen. Er arbeitete

am Elektrospin-Resonanz-Spektrometer im GB S. Weiterhin wurde Sergey Nikolaevich Lukashenko, in Personalunion stellvertretender Direktor des kasachischen National Nuclear Centre (NNC) und Direktor des Institute of Radiation Safety and Ecology (IRSE) eingeladen. Während seines Aufenthaltes wurden u.a. weitere gemeinsame Projektvorschläge erörtert.

Die in den Jahren 1991-2006 zugewiesenen und verwalteten Haushaltsmittel sind in Abbildung 2-26 dargestellt. Der seit 1994 verzeichnete Anstieg der Sachmittel ist darin begründet, dass zuvor zentral verwaltete Mittel, wie etwa für Elektrizität und Telefongebühren, zunehmend in die Verantwortung der Organisationseinheiten übertragen wurden.

In Abbildung 2-27 und Abbildung 2-28 sind die Aufteilungen der dem Geschäftsbereich S zugewiesenen Finanzmittel auf die einzelnen Fachbereiche für das Jahr 2006 verdeutlicht.

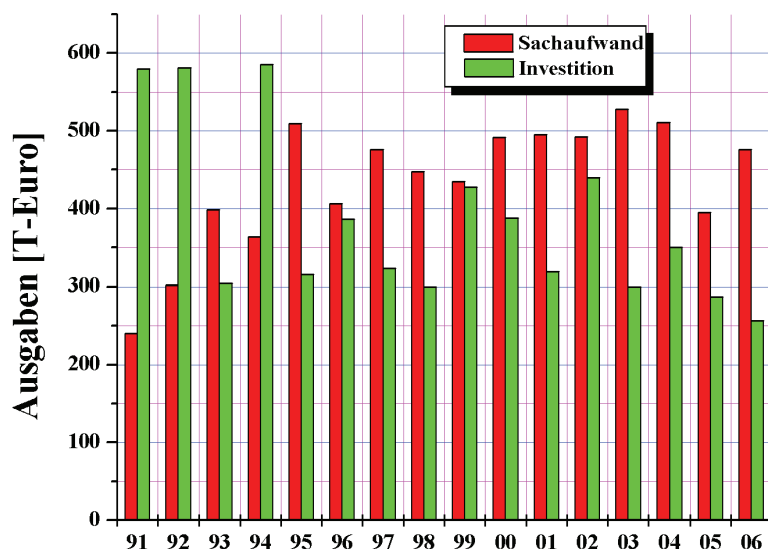


Abbildung 2-26: Übersicht der verwalteten Haushaltsmittel im Zeitraum von 1991 – 2006

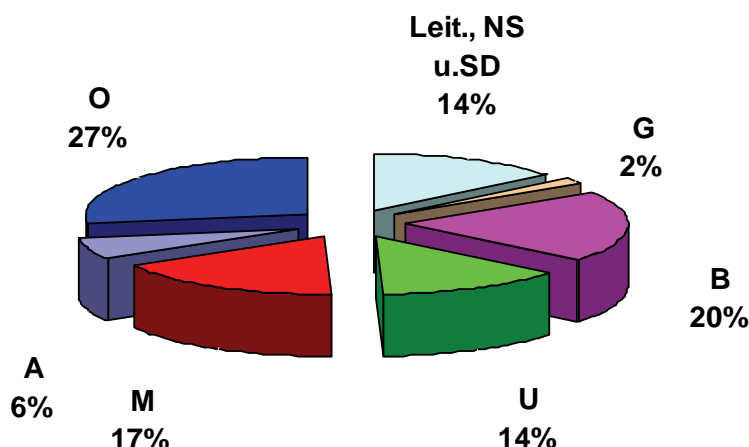


Abbildung 2-27: Aufteilung der betrieblichen Sachaufwendungen auf die Fachbereiche (2006)

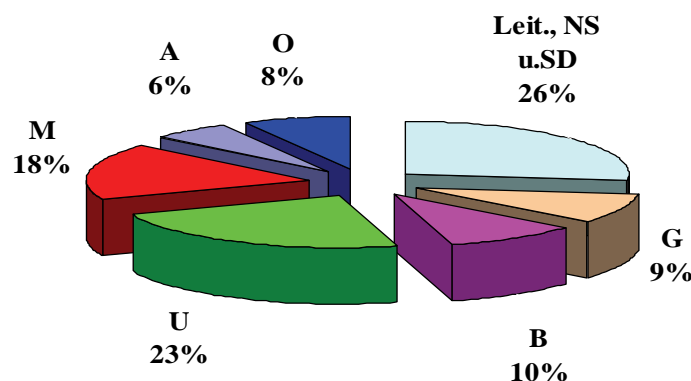


Abbildung 2-28: Aufteilung der Investitionsmittel auf die Fachbereiche (2006)

## 2.5 Arbeitsschutz / S-A

### 2.5.1 Ständige Ausschuss für Arbeitssicherheit/ Arbeitsschutzausschuss

Im Berichtsjahr führte der Ständige Ausschuss für Arbeitssicherheit, der aus Mitgliedern des Betriebsrats, den Betriebsärzten sowie 4 Sicherheitsingenieuren besteht, unter der Leitung der leitenden Sicherheitsfachkraft monatlich eine Sitzung durch und beriet aktuelle Probleme des Arbeitsschutzes. Über die Aktivitäten des Ständigen Ausschusses wurde in dem Arbeitsschutzausschuss berichtet, der unter dem Vorsitz des Vorstands einmal im Berichtsjahr tagte.

### 2.5.2 Arbeitssicherheit und Unfallschutz

Die Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle lag im Jahr 2006 mit 43 um 11 höher als im Vorjahr (Tabelle 2-25). Die 43 Arbeitsunfälle verursachten eine Ausfallzeit von 746 Tagen. Bei den verletzten

den Stolpern, Ausrutschen, Vertreten und Umknicken beim Gehen (16-mal) sowie Anstoßen, Abrutschen und Hängen bleiben an Werkstücken (14-mal) registriert.

Die 1.000-Mann-Quote (Tabelle 2-27, Tabelle 2-28) ist ein normiertes Maß, um Unfallzahlen mit anderen Betrieben zu vergleichen. Bei der Ermittlung der 1.000-Mann-Quote wird als statistische Größe die Anzahl der Vollarbeiter zu Grunde gelegt. Dabei wird die Zahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle (ohne Wege- und Sportunfälle) auf je 1.000 Mitarbeiter bezogen.

Mit einer 1.000-Mann-Quote von 10,0 (ohne Sport- und Wegeunfälle) liegt das Forschungszentrum weiterhin deutlich unter dem Durchschnittswert der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, der 2005 bei 16,1 lag.

Die von der Berufsgenossenschaft aufgewandten Behandlungskosten werden in Tabelle 2-29 in Relation zu der Beschäftigtenzahl bzw. der Zahl der Arbeitsstunden gesetzt. Die Angaben der Behand-

*Tabelle 2-25: Zahl der meldepflichtigen Unfälle (mehr als 3 Kalendertage Arbeitsunfähigkeit) im Jahr 2006 und in den vorangegangenen 5 Jahren*

Jahr	Arbeitsunfälle	Wegeunfälle	Dienstsportunfälle	Betriebs-sportunfälle	Summe der Unfälle	Beschäftigte am 31.12.
2001	42	24	2	1	69	4290
2002	55	15	5	2	77	4449
2003	35	21	6	0	62	4288
2004	39	26	8	2	75	4298
2005	32	16	7	1	56	4312
2006	43	15	4	1	63	4287

*Tabelle 2-26: Überblick über die verletzten Körperteile (2001 – 2006)*

Verletzung	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Kopf	2	2	2	3	3	2
Augen	1	1	-	1	-	-
Körper	4	2	1	2	2	3
Arm	4	4	2	3	2	5
Hand, Finger	18	28	21	18	19	24
Bein	5	6	4	10	2	8
Fuß, Zehen	6	12	5	3	4	1

Körperteilen (Tabelle 2-26) überwogen – wie in den Vorjahren – Hand und Fingerverletzungen. Bei den verschiedenen Verletzungsarten fallen die Schnittverletzungen mit 17, die Prellungen mit 12 und die Verstauchungen und Verbrennungen mit je 3 Verletzten auf. Als häufigste Unfallarten wur-

lungskosten stammen aus den Beitragsbescheiden unserer BG. Bedingt durch noch nicht abgeschlossene Behandlungen könnten sich die Werte für 2006 noch leicht ändern.

Tabelle 2-27: Vergleichswerte zur Arbeitssicherheit und zum Unfallgeschehen (2001 – 2006)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1000 Mann-Quote: $\frac{\text{MU}^{1)} \times 10^3}{\text{Mitarbeiterzahl}}$	9,8	12,4	8,16	9,07	7,42	10,0
Unfallhäufigkeit: $\frac{\text{MU}^{1)} \times 10^6}{\text{effektiv geleistete Arbeitsstunden}}$	10,4	10,7	8,4	9,82	7,50	6,75
Unfallschwere: $\frac{\text{MU Tage}^{2)} \times 10^6}{\text{effektiv geleistete Arbeitsstunden}}$	121	83,5	58,3	100,8	156,4	94,02
Arbeitszeitausfall: $\frac{\text{MU Stunden}^{3)} \times 10^2}{\text{effektiv geleistete Arbeitsstunden}}$	0,093	0,008	0,0045	0,010	0,1141	0,009

<sup>1)</sup> Zahl der meldepflichtigen Unfälle (ohne Wege- und Sportunfälle)

<sup>2)</sup> Zahl der durch meldepflichtige Unfälle ausgefallenen Arbeitstage (einschließlich Sport- und Wegeunfälle)

<sup>3)</sup> Zahl der durch Unfälle ausgefallenen Arbeitsstunden (einschließlich Sport- und Wegeunfälle)

Tabelle 2-28: Vergleich der 1000-Mann-Quote zwischen FZJ und BG-Durchschnittswerten

Wirtschaftszweige	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Feinmechanik und Elektrotechnik	20,5	19,8	17,7	17,2	16,1	Werte liegen noch nicht vor
Chemie	20,3	18,7	16,7	15,7	14,9	
Bau	82,2	78,9	73,1	7,03	67,0	
Handel und Verwaltung	21,0	19,8	18,7	18,2	17,8	
Alle Berufsgenossenschaften	34,5	32,5	29,4	27,9	27,2	
FZJ	9,8	12,4	8,16	9,07	7,42	10,0

Abbildung 2-29 zeigt die prozentuale Aufteilung der schweren und leichten Arbeitsunfälle sowie die Anteile der Wege-, Dienst- und Betriebssportunfälle an der Gesamtzahl der 63 meldepflichtigen Unfälle.

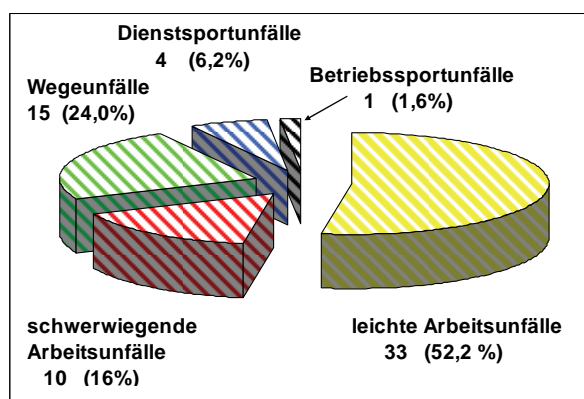


Abbildung 2-29. Prozentuale Aufgliederung der meldepflichtigen Unfälle 2006

Neben den 63 meldepflichtigen Arbeitsunfällen wurden im Jahr 2006 noch 119 nicht meldepflichtige Arbeitsunfälle (Arbeitsunfähigkeitsdauer

kleiner/gleich 3 Kalendertage) registriert; die meisten davon hatten keinen Arbeitsausfall zur Folge.

Beim Betriebsärztlichen Dienst wurden im Berichtsjahr 398 Unfallverletzungen erstversorgt; davon wurden 147 zur Weiterbehandlung zum Durchgangsarzt verwiesen.

### 2.5.3 Technische Revision und Anlagensicherheit

Die Anzahl von wiederkehrenden Prüfungen (WKP) variiert aufgrund unterschiedlicher Prüfintervalle von Jahr zu Jahr. Im Berichtsjahr lag die Gesamtzahl bei 3182, siehe Tabelle 2-30. Dabei ist der Prüfaufwand unterschiedlich, von wenigen Minuten bei der Sichtprüfung eines Anschlagmittels bis zu mehreren Wochen bei einer Lüftungsanlage.

S-AT verfolgt die Beseitigung der Mängel und veranlasst evtl. notwendige Nachprüfungen und informiert, falls vorgeschrieben, die zuständige Auf-

Tabelle 2-29: Unfallkosten der Berufsgenossenschaft für FZJ-Mitarbeiter (2001 - 2006)

Jahr	Behandlungskosten €	Behandlungskosten je Beschäftigten €	Behandlungskosten je Ausfallstunde €	Behandlungskosten je effektiv geleisteter Arbeitsstunde €
2001	53.971	12,6	9,15	0,009
2002	27.334	6,14	6,49	0,004
2003	26.462	6,17	8,87	0,004
2004	32.111	7,47	6,26	0,005
2005	44.563	10,33	6,09	0,007
2006	30.036	7,00	6,26	0,005

sichtsbehörde. Die in Tabelle 2-30 aufgeführten Stilllegungen wurden auf Grund irreparabler Mängel oder wegen Veralterung der Geräte vorgenommen.

chen Arbeitsleben in Umgang mit Experimentiereinrichtung einzugehen.

Nach wie vor machen Beratungen einen großen Teil der Aktivitäten des Teams aus und erstrecken

Tabelle 2-30: Anzahl der geprüften und stillgelegten Anlagen im Jahr 2006

Prüfungen	Wiederkehrend geprüft	Erstabnahmen Änderungsprüfungen	Stilllegungen
Mittelspannungsanlagen	50	4	
Niederspannungsanlagen	118	12	
Blitzschutzanlagen	85	9	
Netzunabhängige Stromversorgung	39	4	
Allgemeine Schutzeinrichtungen	46		
Aufzüge	81	11	
Dampfkessel und Druckbehälter	212	91	43
Auffangbehälter	101		
Lüftungsanlagen in Kontrollbereichen	10	1	1
Krananlagen und Hebezeuge	611	3	5
Winden-, Hub- und Zuggeräte	196		
Flurförderzeuge und Anschlagmittel	1.390	2	
Türen und Tore	243		
Gesamt:	3.182	135	49

Durch regelmäßige und systematische Überprüfung der überwachungsbedürftigen Einrichtungen im FZJ und die Beratung der Betreiber konnte die Betriebssicherheit und die Anlagenverfügbarkeit erhöht bzw. sichergestellt werden. Dazu gehören ebenso die Vorbereitung und Koordination der gesetzlich vorgeschriebenen Erst- und Abnahme Prüfungen sowie die wiederkehrenden Prüfungen.

### 2.5.4 Gefahrstoffe und biologische Sicherheit

Eine wichtige Funktion des Teams liegt in seine Möglichkeit unmittelbar auf Fragen aus dem tägli-

sich von kurzen telefonischen Auskünften bis hin zur monatelangen Begleitung eines Projekts.

Das Team hat 3 Schwerpunkte:

1) Beratung:

- bei der Planung und Bau von Gebäuden und Anlagen wo sicherheitsrelevante Aspekte zu berücksichtigen sind
- bei der Erstellung von Explosionsschutzdokumenten, Gefährdungsbeurteilung und Betriebsanweisungen
- beim Umgang mit Gefahrstoffen und Biostoffen
- beim Betrieb von Experimentiereinrichtungen

## 2) Aufsicht:

- Überwachung der Gentechnik-anlagen und Einhaltung der Auflagen
- Administration des Gefahrstoffkatasters
- Pflege der Intranetpräsenz des Fachbereichs auf einer Homepage mit aktuellen Informationen und Zugang zu Datenbanken

## 3) Schulung:

- Kontaktpflege mit und Schulung von den Sicherheitsbeauftragten und Bereichsbeauftragten
- Organisation der Erste-Hilfe-Kurse im Forschungszentrum
- Vorträge über Erneuerungen in den gesetzlichen Vorschriften
- Verantwortlich für die Erstbelehrung in Arbeitssicherheit bei neuen Mitarbeitern.

### 2.5.5 Notfallschutz und Sicherheitsorganisation

Tabelle 2-31 gibt einen Überblick über Störungen und sicherheitsrelevante Ereignisse, die 2006 auftraten und über die Sicherheitszentrale abgewickelt wurden. Dabei handelt es sich überwiegend um technische Defekte, die automatisch oder telefonisch gemeldet wurden. Die aufgeführten Brände konnten sämtlich im Anfangsstadium eingedämmt werden.

Die Alarme der automatischen Feuermelder beruhten in den meisten Fällen nicht auf Fehlalarmen, sondern wurden häufig durch Störungen, wie Erschütterungen, Wärmestau oder Staubeinwirkung und in den seltensten Fällen durch Brandwirkung verursacht.

Innerhalb der Dienstzeit werden technische Störungen über die ZLT direkt an die Störungsstelle B gemeldet und in Tabelle 2-31 nicht ausgewiesen. Außerhalb der Dienstzeit werden alle technischen Störungen über die ZLT zur Sicherheitszentrale geschaltet und vom Personal der SZ bearbeitet. Zusätzlich übernimmt die Sicherheitszentrale außerhalb der Dienstzeit die Telefonvermittlung sowie die Koordinierung von Dienstfahrten der Fahrbereitschaft für das Forschungszentrum.

Tabelle 2-31: Störungen und sicherheitsrelevante Ereignisse im Jahre 2006

Ereignis	Anzahl der Fälle innerhalb   außerhalb der Dienstzeit	
Technische Störungen an:		
Überwachungs- und Warnanlagen	20	186
Steuer- und Regelanlagen	6	4
Elektrischen Versorgungseinrichtungen	9	7
Wasserversorgungsanlagen	-	1
Abwasser- und Auffanganlagen	1	-
Lüftungs- und Klimaanlage	4	2
Heizungsanlagen	1	3
Kühleinrichtungen	4	2
Tor- und Schließanlagen	2	3
Aufzügen, Krananlagen	10	3
Experimentiereinrichtungen	13	14
Telefonanlagen	-	1
Medienaustritt durch Undichtigkeit	3	-
Sturmschäden	2	-
Wasserschäden	9	3
Brände, Verpuffungen	2	1
Kleinf Feuer, Schwelbrände	4	1
Verkehrsunfälle auf dem FZJ-Gelände	6	1
Personenunfälle und Erkrankungen <sup>1)</sup>	42	2
Hilfeleistungen durch Anforderungen von außen	1	-
Sonstige Einzelfälle	13	11
Alarme automatischer Feuermelder	56	25
Alarme von Gaswarnanlagen	9	10
Alarme von Löschanlagen	6	8
insgesamt	223	288

Die Abbildung 2-30 zeigt die Entwicklung der Störungen und der gefahrenrelevanten Ereignisse in den letzten 4 Jahren.

### 2.5.6 Physikalische Einwirkungen, C.E.-Verfahren

Zur Aufgabe dieses Teams gehört die Umsetzung der neuen EG Richtlinien zu "Physikalischen Einwirkungen" und betrifft die Felder:

- Vibrationen (2002/44/EG)
- Lärm (2003/10/EG)
- Elektromagnetische Felder (2004/40/EG)
- Künstliche Optische Strahlung (2006/25/EG)

Hinzu kommen Fach- und Beratungsaufgaben zur Durchführung von EG Konformitätsverfahren.

Der immer höhere Bedarf in der Forschung an Geräten, die elektromagnetische Felder erzeugen, wie z. B. Kernspinresonanzspektroskopie, Magnetresonanztomographie und Geräten die künstliche optische Strahlung emittieren, wie z. B. Laseranlagen, führt zu der Notwendigkeit, solche Anlagen in einem Standortkataster zu erfassen. Die Zunahme der Anzahl mechanischer Geräte in den Labors führt zu einem Anstieg des Lärmpegels. In verschiedenen Bereichen wurden Messungen der Schalldruckpegel durchgeführt.

Im Rahmen der Begleitung von CE - Konformitätsverfahren konnten die Verfahren für zwei Neutronenchopper für das ILL in Grenoble und das PSI im schweizerischen Villingen abgeschlossen werden.

Im Rahmen der Begleitung von CE - Konformitätsverfahren konnten die Verfahren für zwei Neutronenchopper für das ILL in Grenoble und das PSI im schweizerischen Villingen abgeschlossen werden.

### 2.5.7 Betriebsbeauftragte

#### Immissionsschutzbeauftragte

Der Immissionsschutzbeauftragte nach § 53 BImSchG ist für folgende Anlagen des Forschungszentrums bestellt:

- JÜV-50/2 Verbrennungsanlage für schwachradioaktive Abfälle
- Wärmeübergangsstation mit Spitzenlastkesseln
- Metallbeizerei.

Der Immissionsschutzbeauftragte hat die ihm obliegenden Aufgaben nach § 54 BImSchG im Jahr 2006 für das gesamte FZJ wahrgenommen und in einem Bericht dokumentiert. Im Rahmen seiner Tätigkeit besichtigte er die o. g. Anlagen regelmäßig und erörterte mit den Betriebsverantwortlichen Anlagenstatus, Betriebsbedingungen, Emissionssituation, Stand der Prüfungen und besondere Vorkommnisse.

Geplante Vorhaben z. B. der Betrieb von Reformen und Farbbeschichtungsanlagen werden auf prinzipielle Genehmigungsbedürftigkeit nach 4. BImSchV überprüft.

Im Rahmen der jährlichen Erhebung des Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung nach dem Klimaschutzprotokoll von Montreal zur Reduktion der Treibhausemission wurden die im FZJ verwendeten ozonschichtschädigenden und kli-

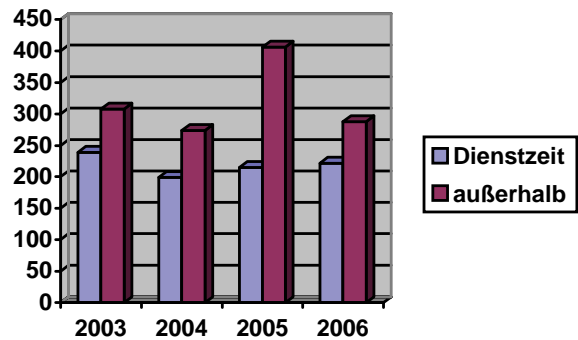


Abbildung 2-30: Gefahrenrelevante Ereignisse, Entwicklung in den letzten vier Jahren

mawirksamen Stoffe erfasst und die Ergebnisse an das Landesamt geleitet.

#### Gefahrgutbeauftragter

Zu den Aufgaben des Gefahrgutbeauftragten zählen unter anderem die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften für die Gefahrgutbeförderung, die Anzeige von Mängeln, die die Sicherheit beim Transport gefährlicher Güter beeinträchtigen sowie die Beratung des Unternehmers bei den Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Gefahrgutbeförderung. Schwerpunkt im Aufgabenbereich des Gefahrgutbeauftragten bildete die Schulung von 27 "Beauftragten Personen" im Sinne der Gefahrgutbeauftragtenordnung; außerdem wurden in 2006 20 weitere Personen in Zusammenhang mit Gefahrgutumgang geschult. Alle Tätigkeiten des Gefahrgutbeauftragten werden im Rahmen eines Jahresberichts dokumentiert.

## 2.6 Objektsicherung / S-O

### 2.6.1 Personelle Sicherung (S-OP)

Von dem Team Personelle Sicherung (S-OP) wurden 2006 ca. 450 Sicherheitsüberprüfungen nach den amtlichen Geheimschutzvorschriften oder atomrechtliche Zuverlässigkeitsüberprüfungen für eigene Mitarbeiter und Fremdfirmenmitarbeiter eingeleitet (Tabelle 2-32) und die Ergebnisse umgesetzt und archiviert.

*Tabelle 2-32: Stand der Zuverlässigkeitsüberprüfungen*

	<b>FZJ-Mitarbeiter</b>	<b>Fremdfirmenmitarb.</b>	<b>Σ</b>
In 2006 eingeleitet	216	236	452
Gesamtkar-teibestand aller über-prüften Per-sonen	1.586	1.615	3.201

Eine gültige Zuverlässigkeitsüberprüfung nach dem Atomgesetz ist Voraussetzung zum Zutritt zu den Sicherungsbereichen des Forschungszentrums.

Die Überprüfungen werden auf Antrag vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW (MWME) in Düsseldorf durchgeführt und haben 5 Jahre Gültigkeit.

### 2.6.2 Sicherungsdurchführung (S-OD)

In 2006 wurden insgesamt 30 Diebstähle gemeldet (Tabelle 2-33). Der größte Schaden entstand durch die Entwendung von PCs, PC-Zubehör und Messgeräten.

*Tabelle 2-33: Diebstähle 2006*

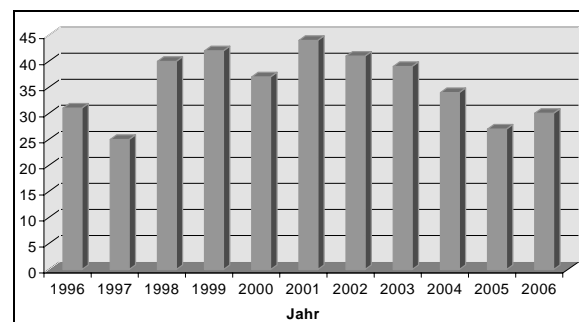
27	zum Nachteil des FZJ	10.000,-- €
3	zum Nachteil von FZJ-Mitarbeitern	350,-- €
0	zum Nachteil von Fremdfirmen	0,-- €
30		10.350,-- €

In einem Fall wurde Bargeld entwendet. Es wurde ein Einbruchsdiebstahl abgearbeitet.

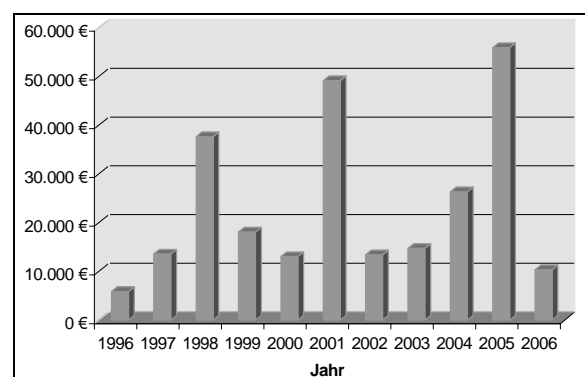
Eine Übersicht über die Anzahl der Diebstähle und die Schadenshöhe zeigten Tabelle 2-33, Abbildung 2-31 und Abbildung 2-32.

Die Zu-, Ausgangs- und Aufenthaltskontrolle wird im Forschungszentrum mit Hilfe eines Ausweis-

systems geregelt. Der Ausweisbestand und der Verlust ist in Tabelle 2-34 dargestellt.



*Abbildung 2-31: Anzahl der Diebstähle*



*Abbildung 2-32: Schadenshöhe der Diebstähle*

In enger Zusammenarbeit mit der Logistik des FZJ (M-L) sind unter dem Gesichtspunkt der Objektsicherung 14 externe Straßen- und Schienentransporte mit radioaktivem Material abgewickelt und durch die Beförderungsleitstelle in der Objektsicherungszentrale (OSZ) kontrolliert worden.

*Tabelle 2-34: Dienstaussweise (Ende 2006)*

<b>Dienstaussweise; Umlauf</b>	<b>Anzahl</b>
Dienstaussweise blau (Mitarbeiter)	5.840
Dienstaussweise grün (ansässige Fremdfirmen)	817
Dienstaussweise grün mit Diagonalbalken (sonstige Fremdfirmen)	2.114
<i>Anzahl der Ausweise (Umlauf)</i>	<i>8.771</i>
<b>Dienstaussweise; Verlust</b>	<b>Anzahl</b>
Dienstaussweise blau	40
Dienstaussweise grün	5
Dienstaussweise grün mit Diagonalbalken	4
<i>Anzahl der Ausweise (Verlust)</i>	<i>49</i>

Soweit bei den Transporten Störungen zu verzeichnen waren, bestanden sie ausschließlich in Zeitverzögerungen, die auf witterungsbedingte

Einflüsse bzw. auf die Verkehrslage zurückzuführen waren.

Die behördlich verlangte Aus- und Weiterbildung des Objektsicherungsdienstes wurde im Wesentlichen im Umfang des vergangenen Jahres fortgeführt. Die Schwerpunkte der Ausbildung lagen auf Dienstkunde, Rechtskunde und Sport. Diese wurden wöchentlich durchgeführt. Weiterhin erfolgten Unterweisungen in waffenloser Selbstverteidigung. Ein Polizeifachlehrer vermittelte die Rechtsgrundlagen in Bezug auf das Führen und den Gebrauch einer Schusswaffe im Objektsicherungsdienst.

77 Personen nahmen am Erste-Hilfe-Training teil. Sechs Hundeführer nahmen mit ihren Diensthunden erfolgreich an einem Ausbildungsseminar für Schutzhunde teil. Zur Vertiefung der Ausbildung fanden 10 Antrete- und Alarmübungen und 4 Funkübungen statt.

Insgesamt wurden für die Ausbildung, ohne Übungen, 531 Stunden aufgewendet.

Im Berichtsjahr hat eine Auszubildende mit der Ausbildung im Ausbildungsberuf „Fachkraft für Schutz und Sicherheit“ begonnen. Ein Auszubildender hat die Zwischenprüfung im Ausbildungsberuf erfolgreich bestanden.

Eine Übersicht über die Verkehrsunfälle von 2002 bis 2006 zeigt Tabelle 2-35. Es waren 36 Verkehrsunfälle (2005: 27) mit einem Sachschaden von insgesamt ca. 50.000 € zu bearbeiten. Es traten dabei drei Personenschäden (2005: 1) auf.

Tabelle 2-35: Verkehrsunfälle von 2002 bis 2006

Monat	Anzahl der Verkehrsunfälle					Sachschäden in 1000 €	Personen- schäden
	2002	2003	2004	2005	2006	2006	2006
Januar	6	2	7	4	4	15	0
Februar	6	1	3	1	6	12	1
März	1	5	5	2	6	6	1
April	3	4	5	1	0	0	0
Mai	2	4	1	0	2	1	0
Juni	4	1	1	1	0	0	0
Juli	5	4	3	4	3	2	0
August	5	3	6	1	2	1	0
September	1	1	3	2	5	7	1
Oktober	2	1	1	5	1	1	0
November	2	2	2	4	4	3	0
Dezember	6	5	3	2	3	2	0
Gesamt	43	33	40	27	36	50	3

Hauptunfallursachen waren:

- Nichtbeachten der Vorfahrt,
- zu geringer Sicherheitsabstand,
- Unachtsamkeit beim Rückwärtsfahren,
- überhöhte Geschwindigkeit.

### 2.6.3 Sicherungstechnik (S-OT)

Die vorgeschriebenen Objektsicherungsmaßnahmen zur Einlagerung von GLE-1 Brennelementen in Lagerbehältern des Typs CASTOR in das AVR-Behälterlager wurden umgesetzt. Der Einbau der Komponenten und die Einhaltung der damit verbundenen Behördenauflagen wurden von S-OT überwacht. Abnahmen wurden im Beisein von Gutachtern durchgeführt und eine Dokumentation erstellt.

Das neu gestaltete Seekasino wurde auf Vorschlag von S-O mit einer modernen elektromechanischen Schließanlage ausgestattet. Die Schließanlage wurde geplant, bestellt und bis zur Endmontage betreut. In enger Zusammenarbeit mit ZFR und B-BB wurde im Zugangs-/Ausgangsbereich DIDO eine Personenzwangsführung geplant und mit dem Umbau begonnen. Die Pfortnerei DIDO wurde im Zuge des Umbaus kernsaniert und mit einer neuen Türsteuerungsanlage ausgestattet. Die Einhaltung der damit verbundenen Behördenauflagen wurde von S-OT überwacht.

Behördlich vorgeschriebene Wiederkehrende Prüfungen an technischen Objektsicherungseinrichtungen wurden im Forschungszentrum überwacht bzw. selbst durchgeführt. Technische Änderungen durch Erneuerungen/Ergänzungen wurden in den Prüfanweisungen des Prüfhandbuches für wiederkehrende Prüfungen an technischen Objektsicherungseinrichtungen fortgeschrieben und zum Testat eingereicht.

Im Forschungszentrum sind insgesamt 138 Schließanlagen unterschiedlicher Größen mit rund 40.000 Schlüsseln eingebaut. Die 138 Sicherungskarten für die Schließanlagen werden von S-OT verwaltet. Im Berichtszeitraum wurden 135 Ersatz- und Ergänzungsbeschaffungen für Schließanlagen mit einem Gesamtwert



von 21.000 € zentral abgewickelt. In zwei Instituten wurden im Zuge der Schließanlagenerneuerung die Haupteingänge mit einem elektronischen Zutrittssystem nachgerüstet.

12 Schlüsselverluste wurden gemeldet. Die Alarm- und Gefahrenschlüssel wurden in insgesamt 469 Fällen benötigt.

#### 2.6.4 Objektsicherungsdienst (S-00)

Im Berichtsjahr standen für den Objektsicherungsdienst wieder Bewachungs- und Kontrollaufgaben auf dem umfriedeten Gelände des Forschungszentrums einschließlich der angrenzenden Gesellschaften AVR und ETC im Vordergrund. Diese beinhalteten Empfangs-, Torposten-, Streifen- und Schleusenpfortnerdienste.

Vom Objektsicherungsdienst wurden 52.150 Besucherscheine ausgestellt, ein Rückgang um 1.312 gegenüber dem Vorjahr (Tabelle 2-37). Anlässlich wissenschaftlicher Tagungen besuchten weitere 22.744 Personen das Forschungszentrum, anlässlich Veranstaltungen der Öffentlichkeitsarbeit des FZJ (ÖA) weitere 7.326 Personen.

Im Zuge des Streifendienstes und der Versuchskontrolle hat der Objektsicherungsdienst 59 technische Störungen bzw. Unregelmäßigkeiten, wie z. B. defekte Türzylinder, Beschädigungen an Zäunen, defekte Scheinwerfer und Verkehrsschilder, nicht abgesicherte Baustellen, defekte Lüftungsanlagen und Fluchttore, abgestellte Unfallfahrzeuge, nicht angemeldete Kraftfahrzeuge, festgestellt und gemeldet.

Es gab 60 Alarmeinsätze, bei denen es sich entweder um technische Fehlalarme oder um unbeabsichtigte Auslösung einer Alarmmeldestrecke handelte. (Tabelle 2-36).

Tabelle 2-36: Registrierte Vorkommnisse

Parkverbots- übertretungen	264	Sicherungs- alarmierungen	60
Verkehrsunfälle	26	automatischer Feueralarm	73
Bombendrohungen	0	Gasalarm	69
Gebrauch der Gefahrenschlüssel	469	sonstige Einsätze	703

Bei den aufgeführten automatischen Feueralarmen und Gasalarmen war ein Ausrücken des OSD zur Freisperrung der Bereiche erforderlich.

Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht des Forschungszentrums führte der Objektsicherungsdienst verkehrsregelnde Maßnahmen durch, insbesondere bei Tagungen und Ausstellungen in der Zentralbibliothek oder zur Absicherung bei Ölbeseitigungsmaßnahmen.

Es sind 264 Verkehrsübertretungen festgestellt und bearbeitet worden. 26 Verkehrsunfälle wurden vom Objektsicherungsdienst aufgenommen.

Eine Übersicht über Besucher im Forschungszentrum im Jahr 2006 zeigt Tabelle 2-37.

Tabelle 2-37: Anzahl der Besucher im Jahre 2006

	Besucher	Tagungsteilnehmer		Summe
		ÖA	Sonstige	
Tor	1	2	3	1-3
Hauptwache	45.187	7.326	22.744	75.257
Hambach	5.704	-	-	5.704
BAW	1.259	-	-	1.259
Summe	52.150	7.326	22.744	82.220

## 2.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS

Ch. Geisse, E. Brunen, N. Karanlik, J. Lynen, Ch. Plaga, J. Steinbusch, U. Tiesler-Granderath, E. Wüst

Neben den allgemeinen Aktivitäten (Benutzerberatung, Mitarbeiterschulung, Betreuung Auszubildender u.ä.) ergaben sich folgende Arbeitsschwerpunkte.

### 2.7.1 Monte-Carlo-Simulationen für Neutronenleiter

Die Abschirmung von Neutronenleitern ist eine aktuelle Problemstellung bei Forschungsreaktoren und Spallationsneutronenquellen.

Monte-Carlo-Simulationen bieten die Möglichkeit, die Entwicklung neuer Versuchsanordnungen oder Neutronenleiter zu unterstützen. Eine Reihe der bisher am Neutronenleiter ELLA in Jülich platzierten Experimente werden an einen neu zu bauenden Neutronenleiter am Münchner Forschungsreaktor FRM-II umziehen.

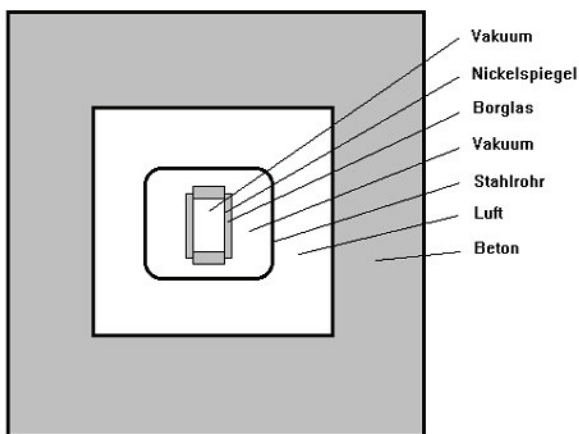


Abbildung 2-33: Querschnitt durch einen Neutronenleiter im Simulationsmodell

Um die dazu notwendigen Berechnungen auf eine möglichst solide Grundlage zu stellen, wurde eine ähnliche Situation mit dem Monte-Carlo-Programm MCNP simuliert (Abbildung 2-33) und, soweit möglich, entsprechende Messungen am ELLA-Kanal des Jülicher Forschungsreaktors DIDO vorgenommen. Alle notwendigen Messungen konnten bis zur Abschaltung des Reaktors durchgeführt werden. Die aus Messungen nur sehr ungenau bekannten Startparameter der Simulation wurden soweit angepasst, bis Simulation und Messungen weitestgehend übereinstimmen (Abbildung 2-34). Mit diesen Startparametern

kann nun die neue Situation am FRM-II vorausgerechnet werden.

### 2.7.2 Personendosimetrie

Die Personendosimetrie-Datenbank PeDaB 2 (in der reinen Microsoft Access Backend/ Frontend Version) wurde weiter ausgebaut. Für die Ausscheidungsüberwachung wurden Berichte für regelmäßige und besondere Überwachungen erstellt. Neu ist, dass bei besonderen Überwachungen alle Daten einer Person, die zu einer Überwachung gehören, in einem Bericht zusammengefasst werden.

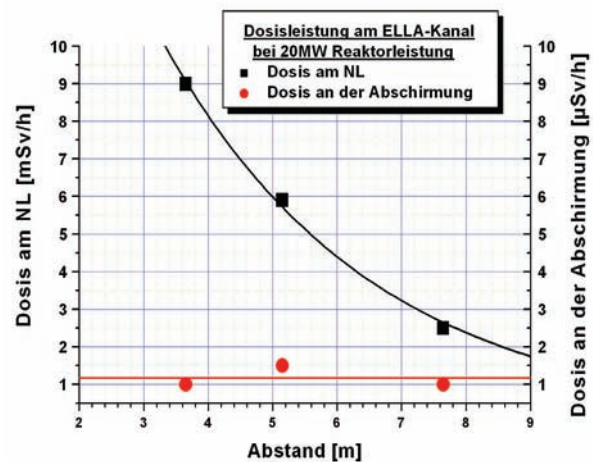


Abbildung 2-34: Berechnete und gemessene Dosisleistungen am Neutronenkanal in Abhängigkeit zum Abstand vom Reaktor

Die Berichte werden über einen PDF-Druckertreiber direkt aus ACCESS einzeln als PDF-Dateien abgespeichert. Das erleichtert die Archivierung (Langzeitlebensdauer!) und verhindert versehentliche Änderungen an den Dokumenten. Falls doch noch Änderungen an einzelnen Berichten vorgenommen oder Kommentare hinzugefügt werden müssen, kann die PDF-Datei mit Hilfe eines Konverters („Solid Converter PDF“) in eine WORD-Datei umgewandelt werden. Das Nutzen der Seriendruck-Funktion von WORD in Kombination mit Access war auf Grund der Komplexität der Daten nicht möglich.

### 2.7.3 Inter-/Intranetbasierte Datenbanken

Bei steigender Zahl der Nutzer eines Informationssystems nimmt die Ausstattungsvielfalt der Endgeräte (PCs und Workstations) zu, weshalb es in zunehmendem Maße notwendig wird, auf Client-seitige Installation und Wartung gänzlich zu

verzichten und ein bei allen Clients bereits vorhandenes Frontend zu verwenden. Am besten geeignet ist dazu ein Internetbrowser, der zudem den Vorteil eines hohen Bekanntheitsgrades bei den Benutzern besitzt.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sollen daher zunehmend Browser/HTML/Intranet-basierte Datenbanklösungen zur Administration,

Zur Zeit stehen folgende Klassen zur Verfügung:

- Tabellendarstellung
- Darstellung von Auswahlfeldern
- Formatumwandlung
- Ein- und Ausblenden von Hilfe-Texten
- Inputkontrolle
- Inputklasse

Delete	Nuklidname	EMail	linktest	Datum von(c)	Datum bis	Messwert(c)	Ist Kleiner?	Bemerkung(c)
<input type="checkbox"/>	I-131	dispatch.zam@fz-juelich.de	http://de.selfhtml.org	31.12.2001	02-JAN-02	610,60	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	notes new
<input type="checkbox"/>	SR-90		http://www.heise.de	28.12.2003	29-DEC-03	90,90	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	testtest
<input type="checkbox"/>	SR-90	e.brunen@fz-juelich.de	http://www.fz-juelich.de	03.01.2004	04-JAN-04	21,00	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	neuer record
<input type="checkbox"/>	Pu-249	test@emailtest.com		03.01.2004	04-JAN-04	780,60	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	neuer record neuer reco
<input type="checkbox"/>	P-32			12.05.2004	12-APR-04	500,50	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	testrecord
<input type="checkbox"/>	C-14			13.05.2004	13-MAY-04	510,00	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	noch ein testrecord
<input type="checkbox"/>	P-32			14.05.2004	14-MAY-04	52,20	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	testrecord

Abbildung 2-35: Darstellung einer Testdatenbank im Intranet

Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe von Informationen eingesetzt werden (Abbildung 2-35). Als für unsere Belange günstigste Technologie stellte sich dabei die Kombination aus Apache Internet-server, PHP Skriptsprache und Oracle- sowie MySQL-Datenbank heraus.

Als Basis für die Entwicklung kleiner bis mittelgroßer Intranetprojekte sollen selbst entwickelte PHP-Klassen zur Darstellung, Änderung und Eingabe von Datenbankinhalten dienen. Sie umfasst u. a. das Aufteilen von Abfrageergebnissen auf Seiten (paging) sowie die Möglichkeit, Änderungen an und das Löschen von Datensätzen vornehmen zu können. Als Schnittstelle zur Datenbank dient eine Standard-Abstraktionsklasse, so dass weitgehende Unabhängigkeit vom Backend als auch eine vernünftige Fehlerbehandlung gewährleistet sind. Die klare Trennung von Programmfunktion und Darstellung geschieht zur Zeit über CSS, als weitere Ausbaustufe ist die Nutzung von XML vorgesehen. Die Klasse fügt sich nahtlos in das Content-Management-System des Forschungszentrums Jülich ein.

- Dateien Up- und Download
- Erstellung von Dokumenten und Ausdruck
- Benutzerverwaltung

Größere Änderungen gab es 2006 in folgenden Klassen:

### 2.7.3.1 Dateien Up- und Download

Datensätze können vom Benutzer zum Web-Server hochgeladen bzw. auch umgekehrt vom Web-Server auf den Client-Rechner heruntergeladen werden. Für beide Fälle existieren Beispiel-Scripte. Die Auswahl der Dateien erfolgt über ein sich öffnendes Fenster, ähnlich wie sie von Windows-Systemen bekannt sind.

### 2.7.3.2 Erstellung von Dokumenten und Ausdruck

Zur Erstellung von Ausgabedokumenten aus PHP heraus gibt es sehr unterschiedliche Möglichkeiten; drei Varianten wurden getestet:

- Erzeugung von Vorlagen als RTF- oder PDF-Dokument mit Platzhaltern und Einfügen der

dynamischen Daten an den entsprechenden Stellen. (Fazit: Zu unübersichtlich – nicht empfehlenswert)

- Erstellung eines PDF-Dokuments unter Verwendung spezieller Libraries (PDFLib, FPDF, oder CPDF). (Fazit: Darstellungsmöglichkeiten beschränkt, Software zum Teil lizenziert und teuer – nur begrenzt empfehlenswert)
- Erzeugung einer PDF-Datei über ein TEX-Dokument (Fazit: übersichtlichste und vielfältigste Variante – empfehlenswert; wird auch im contentory des FZJ verwendet)

### 2.7.3.3 Ein- und Ausblenden von Hilfe-Texten

Um dem Benutzer in den Anwendungen wahlweise Hilfe-Texte oder Infos anzubieten, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die in den verschiedenen Browsern getestet wurden:

- Einblenden eines Textes über der bereits vorhandenen Ansicht, wenn der Benutzer mit der Maus über einen Button fährt
- Einblenden eines Textes über der bereits vorhandenen Ansicht, wenn der Benutzer einen Button anklickt
- Einblenden eines Textes als Einschub in der vorhandenen Ansicht, wenn der Benutzer einen Button klickt, der nachfolgende Teil der Seite verschiebt sich. Das Ausblenden erfolgt ebenfalls über einen Klick-Button

### 2.7.3.4 Inputklasse

Die Inputklasse ermöglicht die Eingabe neuer Datensätze mit gleicher Darstellung der Zeilen wie bei der Tabellenklasse. Mit Hilfe eines Hidden-Formfelds wird überprüft, ob ein Formfeld mehrfach abgeschickt wurde (z. B. durch drücken des "Vor", "Zurück" oder "Reload" Buttons am Browser). Damit kann verhindert werden, dass Daten mehrfach abgeschickt und in die Datenbank eingetragen werden.

### 2.7.3.5 Zentrales Benutzerverwaltungssystem

Auf Basis der bereits vorhandenen php-Klasse „Tabellen“ zur Darstellung von Tabelleninhalten wurde ein Benutzerverwaltungssystem entwickelt (Abbildung 2-36). Dieses soll eine zentrale Anmeldung für alle HTML/Intranet-basierten Anwendungen im Bereich S mit einem Benutzernamen und einem Passwort pro Benutzer oder Benutzergruppe ermöglichen. Nachdem der Benutzer eine Anwendung (z.B. Emissionsdatenbank) ausgewählt hat, kann er sich mit Benutzernamen und Passwort anmelden und gelangt mit den ihm zugewiesenen Rechten zur gewählten Anwendung.

### 2.7.4 Einrichtung eines Wiki

Ein Wiki ist eine im Inter-/Intranet verfügbare Seitensammlung, die von den Benutzern nicht nur

**GESCHÄFTSBEREICH SICHERHEIT UND STRAHLENSCHUTZ (S)**

Zugriffsrechte Benutzer Applikationen Applikationen Zurück Logout

**Benutzer Zugangsdaten**

Anfangssortierung

Löschen	Login	Rechte +	Mitarbeiter	Telefon	Fax	email	Bemerkung
<input type="checkbox"/>	admin	all	Administrator	6177			Administratorlogin
<input type="checkbox"/>	test	read	Mustermann	1111	1111	testuser@fz-juelich.de	normaler Benutzer

Anfangssortierung

Update Abbrechen 1 Benutzer hinzufügen Passwort ändern

Forschungszentrum Jülich D-52425 Jülich Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz (S) Infos zur Website Impressum 22.03.2007 11:28 Ch. Geisse

Abbildung 2-36: Benutzerverwaltungssystem

gelesen, sondern auch in Echtzeit online geändert werden kann. Der Name stammt von wiki, dem hawaiischen Wort für „schnell“. Eine sehr einfache Syntax sowie die Beschränkung auf das Wesentliche soll es möglichst vielen Mitarbeitern ermöglichen, mit wenig Lern- und Schreibaufwand an diesem System teilzuhaben.

Wie bei Hypertexten üblich, sind die einzelnen Seiten und Artikel eines Wikis durch Querverweise (Links) miteinander verbunden. Wikis werden insbesondere im Bereich der Wissensverwaltung mit dem Ziel eingesetzt, zu erhöhter Transparenz des vorhandenen Wissens zu führen, Prozesse zu optimieren und Fehler zu vermeiden.



Abbildung 2-37: Das G-S Wiki

Für den Geschäftsbereich S wurde probeweise ein Wiki auf der Basis von MediaWiki (bekannt durch Wikipedia) mit einer MySQL-Datenbank in Betrieb genommen. Es ist unter

[http://apps.fz-juelich.de/gs/mediawiki\\_gs](http://apps.fz-juelich.de/gs/mediawiki_gs)

im Intranet des FZJ verfügbar.

## 2.7.5 S5 – ein Powerpoint-Ersatz

S5 ist ein Powerpoint-Ersatz, der zur Präsentation nur einen Javascript-fähigen Browser benötigt und daher auf allen Standard-Betriebssystemen und den meisten Browsern lauffähig ist (z. B. Internet-Explorer, Mozilla/Firefox, Netscape, Opera, Windows, Linux, Unix). Keinerlei Installation und außer den benötigten Grafik- und CSS-Dateien nur eine einzige HTML-Datei, welche zudem recht klein ist (bis zu einem Faktor 100 im Vergleich zu Powerpoint!), ermöglichen außerdem den direkten Aufruf über das Internet.

Eine Präsentation muss per Hand in HTML erstellt werden (IDE noch nicht vorhanden), was jedoch durch das Arbeiten in einer Vorlage stark vereinfacht wird. Eine auf das Forschungszentrum Jülich

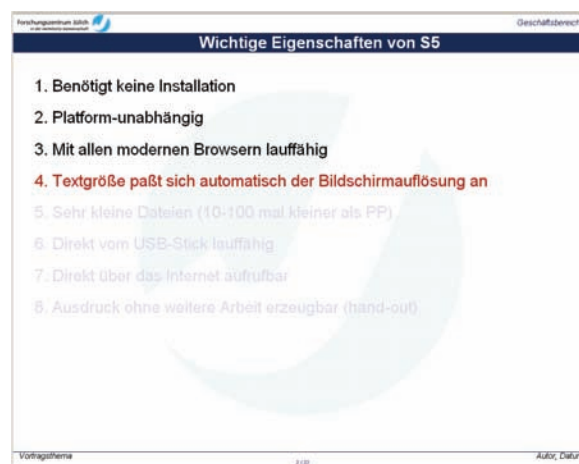


Abbildung 2-38: Beispiel einer S5-Präsentations-seite

zugeschnittene Vorlage mit vielen Beispielen wurde entwickelt (Abbildung 2-38) und im Intranet zur Verfügung gestellt. Im Vergleich zu Powerpoint stehen weniger Effekte zur Verfügung, was jedoch durch einfachere und universellere Einsatzmöglichkeiten wettgemacht wird. Die Vorlage (HTML!) ist leicht zu ändern, so dass z. B. das Layout jederzeit angepasst werden kann.

## 2.7.6 Buchführung radioaktiver Stoffe

Neben der allgemeinen Datenbank-Wartung und Programmpflege am „Kernmaterial-Bilanzierungs- und Kontroll-System“ (KBKS) sind im Verlauf des Jahres 2006 verschiedene Visual-Basic-Funktionen zur jahrgangsübergreifenden Auswertung des aus allen früheren Systemen übernommenen Altdaten-Archivs erstellt worden. Sie werden mittels einer thematisch gegliederten Windows-Oberfläche (TBS\_Archiv.xls) für den Anwender zugänglich (Abbildung 2-39).

Eine weitere Oberfläche für alle wichtigen Zusatz- und Systemüberwachungs-Funktionen wurde erstellt. Auch die Zusatzfunktionen zur Erstellung der KM-Postenlisten des KBKS wurden überarbeitet, den aktuellen Anforderungen angepasst und in eine separate graphische Oberfläche eingebunden.

## 2.7.7 Umstellung der AIX-Workstations auf Linux-PC

Die AIX-Workstations, welche der Instituts-Workstationengruppe des GB S angegliedert sind, wurden nach und nach durch Linux-PCs ersetzt.



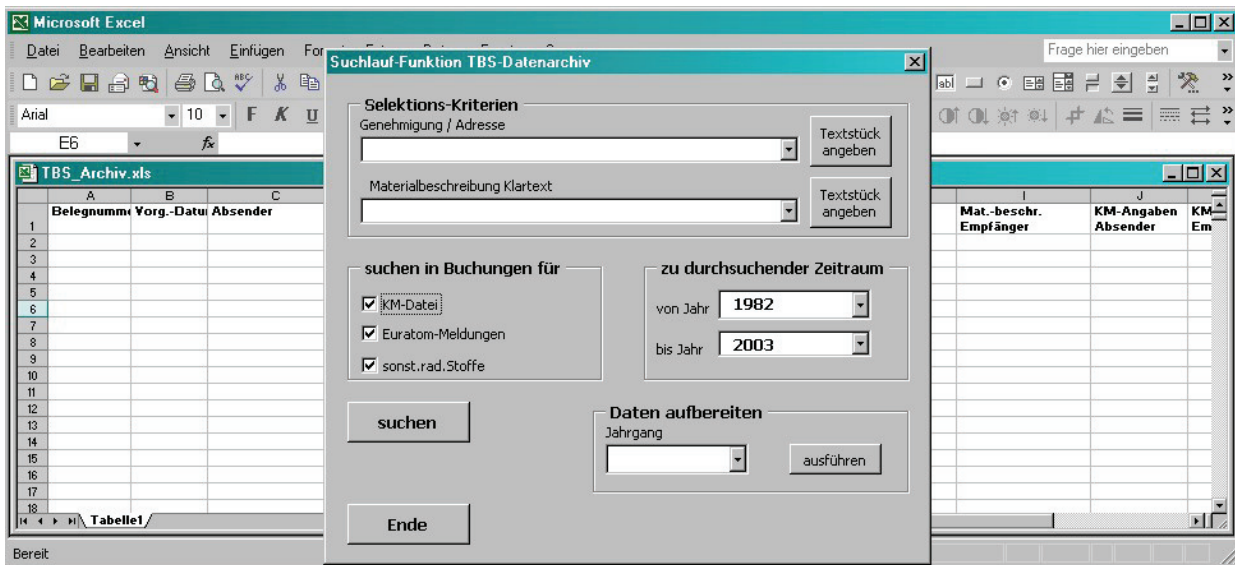


Abbildung 2-39: Oberfläche zur jahrgangsübergreifenden Auswertung im KBKS-System

Alle dort angesiedelten Programme mussten daher angepasst und mit neuen Compilern und neuen Library-Programmpaketen kompiliert werden. Ausgiebige Tests waren erforderlich.

ASCII-Daten konnten direkt portiert werden. Da Binärdaten auf den beiden Systemen unterschiedlich dargestellt werden, also nicht kompatibel sind, war eine Umwandlung dieser Datenbestände entweder in ASCII-Format oder in eine plattform-unabhängige Darstellung (fxdr-Format) erforderlich. Auf den Linux-Systemen mussten diese dann wieder in Binärformate zurück gewandelt werden.

Zur Erstellung von Wochen- und Quartalsberichten der Ausscheidungsanalyse existierten in PL/1 geschriebene Programme, welche auf den Linux-Systemen nicht mehr lauffähig waren. Sie wurden in Fortran90 umgesetzt, so dass die Auswertung weiter auf der Workstation bzw. PC erfolgen kann.

Die im letzten Jahr begonnene Umstellung wurde mit den Programmen zur Ausbreitungsrechnung abgeschlossen. Alle Funktionen der AIX-Workstations der Gruppe NS sind damit auf andere Rechnersysteme portiert. Entsprechende Dokumentationen wurden erstellt.

### 2.7.8 Allgemeines

Die Umstellung der Betriebssysteme des Geschäftsbereichs S von Windows NT auf Windows XP einschließlich der Umstellung von Office 97 auf Office XP dauerte an.

Neben umfangreicher Benutzerberatung und Betreuung (Hardware, Betriebssysteme, Anwendungssoftware, Netze, mail, Viren usw.) fielen außerdem folgende Arbeiten an:

- Erneuerung der Serverhardware
- Erneuerung der Arbeitsplatz-Hardware zur Umstellung auf Windows XP
- Entwurf und Aufbau interner Messnetze incl. Backupmethoden und Abschirmung von Netzwerken
- Einrichtung von Multi-User Arbeitsplätzen
- Koordination von Netzwerkverkabelungen
- Netzüberwachung, Viren
- Implementation und Test neuer Software (z. B. spezielle Anwendungs-Software für die Arbeitsgruppen)
- Verwaltung von Software-Lizenzen
- Erstellung von Grafiken und Statistiken der meteorologischen Daten
- Ausbreitungs- und Genehmigungsrechnungen
- Installation und Wartung von SAP kompatiblen Programmen zur Erfassung und Abrechnung der Schichtdienstleister
- Wartung/Update/Änderungen bestehender Programmsysteme und Datenbanken

Die Einarbeitung von Mitarbeitern in PHP zur Erstellung intranetbasierter Datenbankapplikationen sowie in MS Access 2002 wurde fortgeführt.

## 3 SCHWERPUNKTE UND FORSCHUNGSPROJEKTE

### 3.1 Hintergrund

Das Forschungszentrum Jülich gehört zur Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF). In der HGF sind 15 deutsche Forschungszentren zusammengeschlossen. In den sechs Forschungsbereichen

- Energie,
- Erde und Umwelt,
- Gesundheit,
- Schlüsseltechnologien,
- Struktur der Materie,
- Verkehr und Weltraum

tragen die Forschungszentren im Rahmen der programmorientierten Förderung der HGF wesentlich dazu bei, große und drängende Fragen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft zu beantworten.

Der GB Sicherheit und Strahlenschutz (S) des Forschungszentrums Jülich ist mit seinen übergreifenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

- E.51101.00 „Begleitende Arbeiten zur Umgebungsüberwachung“,
- E.51201.00 „Entwicklungsarbeiten zum Strahlenschutz“,

die teilweise auch über Drittmittel finanziert werden, in das Forschungs- und Entwicklungsprogramm des Forschungszentrum eingebunden.

Die Arbeiten des GB S zum FE-Vorhaben E.51101.00 werden im HGF-Forschungsbereich „Erde und Umwelt“, HGF-Programm „Atmosphäre und Klima“, HGF-Thema „Spurenstoffe in der Troposphäre“ durchgeführt. Das FE-Vorhaben E.51201.00 ist Teil des HGF-Forschungsbereiches „Energie“, HGF-Programm „Nukleare Sicherheitsforschung“, HGF-Thema „Sicherheitsforschung für nukleare Abfälle“.

Bei beiden FE-Vorhaben des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz erfolgt eine Zusammenarbeit mit anderen FE-Vorhaben des Forschungszentrums (Kap. 3.2.1), aber auch mit Forschungseinrichtungen und Institutionen außerhalb des Forschungszentrums (Kap. 3.2.2).

Neben den FE-Projekten gibt es in jedem Jahr neue Arbeitsschwerpunkte und Aufgaben außerhalb der Routine (Kap. 3.2 f.f.).

Zu einigen Projekten finden sich Informationen auf den Internetseiten des GB S:

- <http://www.fz-juelich.de/gs/forschung/>
- <http://www.fz-juelich.de/gs/genuehmigungen/projekte/>

### 3.2 Kooperationen und Zusammenarbeit

#### 3.2.1 Innerhalb des Forschungszentrums

Der Geschäftsbereich S arbeitet im Rahmen von Forschungsvorhaben u. a. mit anderen Instituten des Forschungszentrums zusammen:

- ICG Chemie und Dynamik der Geo-Biosphäre (U01)
- ISR Nukleare Sicherheitsforschung (E04)
- ICG-IV „Organization of a Groundwater Monitoring System at Semipalatinsk Test Site“ (KAZ 03/001)

#### 3.2.2 Außerhalb des Forschungszentrums

Es besteht eine Zusammenarbeit u. a. mit den nachstehenden Einrichtungen außerhalb des Forschungszentrums:

- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- Universität Köln, Institut für Geophysik und Meteorologie
- Universität Hamburg, Meteorologisches Institut
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Universitätsklinikum Aachen
- Fachhochschule Aachen, Abt. Jülich
- Max-Planck-Gesellschaft, Institut für Chemie, Mainz
- Universität Rostock, Institut für Zellbiologie und Biosystemtechnik

- Bergische Gesamthochschule Wuppertal
- GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg
- Université Paul Sabatier, Toulouse, Frankreich
- IRSN, Orsay/Fontenay-aux-Roses, Frankreich
- TU Graz, Graz, Österreich
- Internationale Atomenergiebehörde (IAEA), Wien, Österreich
- Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf, Österreich
- STUK (Säteilyturvakeskus - Radiation and Nuclear Safety Authority), Helsinki, Finnland
- Institute for Nuclear Physics INP, Almaty, Kasachstan
- Institute for Radiation, Safety and Ecology IRSE, Almaty, Kasachstan
- PROCORAD, Paris, Frankreich
- Institute of Radiobiology, Minsk, Belarus
- BELRAD Institut, Minsk, Belarus
- Institut für Kernforschung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Debrecen, Ungarn
- Research Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russland
- Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warschau, Polen
- Swietokrzyska Academy - Department of Radiobiology and Immunology, Kielce, Polen
- Baylor College of Medicine, Houston/Texas, USA
- National Institute of Radiological Sciences, Chiba-shi, Japan
- Fachverband für Strahlenschutz e. V., Jülich/Würenlingen
- AK "HGF-Sicherheitsingenieure"
- AK "Mikrobiologische Sicherheitswerkbänke", BG-Chemie
- AK "Laborabzüge", DIN
- Health Physics Agency, London, Großbritannien

### 3.3 Beiträge und Berichte

#### 3.3.1 „Antragsvielfalt im Genehmigungsdickicht“ - Bau einer Druckrohrleitung

Heuel-Fabianek, B.

Die Einleitung von behandeltem Abwasser aus dem Forschungszentrum Jülich über den Hauptentwässerungskanal (Abbildung 3-1) und einen

Abschlaggraben in die Rur ist wasserrechtlich an eine Erlaubnis gebunden. Diese Erlaubnis wurde im Jahre 1988 erteilt und ist bis 2008 gültig.

Der offen verlaufende Hauptentwässerungskanal (HEK) des Forschungszentrums leitet über eine Strecke von etwa 2 km u. a. behandeltes Abwasser, Drainagewasser, Wasser aus Baustellenentwässerungen, Niederschlagswasser und nicht verschmutztes Kühlwasser in den Abschlaggraben, der kurz danach bei Altenburg in die Rur mündet.

Der HEK wurde in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts geplant, genehmigt und gebaut. Da die Gefahr bestand, dass der HEK bei hohem Grundwasserstand aufschwimmt und seine Funktion nicht mehr erfüllen kann, wurde die Konstruktion so gewählt, dass Wasser aus dem HEK bei niedrigem Grundwasserstand versickern kann.



Abbildung 3-1: Hauptentwässerungskanal kurz vor der Einleitstelle vor Baubeginn

Durch den Bau einer Druckrohrleitung (Abbildung 3-2) für das behandelte Abwasser kann dessen Versickerung in den Untergrund verhindert werden. Daher hat das Forschungszentrum 2005 die Initiative ergriffen und die Planung der Druckrohrleitung in Angriff genommen. Im Frühjahr 2006 wurde daraufhin ein Antrag („Nr. 1“) auf Änderung der wasserrechtlichen Einleiterlaubnis, d. h. den Bau einer leakageüberwachten Druckrohrleitung parallel zum HEK, bei der Oberen Wasserbehörde (Bezirksregierung) gestellt. Rechtliche Basis dieses Antrages war § 7 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Aus diesem Antrag geht klar hervor, dass sich weder die Einleitmenge noch die Qualität des Wassers mit dem Bau der Druckrohrleitung ändert.





Abbildung 3-2: Bau der Druckrohrleitung am HEK

Doch ein Antrag war nicht genug. Es mussten parallel zu diesem Antrag weitere Anträge und Genehmigungen bei verschiedenen Institutionen gestellt bzw. eingeholt werden. Diese Anträge stellten jeweils den geplanten Bau der Druckrohrleitung in Text, Karten und CAD-Zeichnungen dar, wobei Dank elektronischer Datenverarbeitung zumindest bei den als Anlage beigefügten Karten und CAD-Zeichnungen lediglich die Titel im Sinne des gerade ins Auge gefassten Antrags-/Genehmigungsverfahrens geändert werden mussten.

Auf diese Weise

- wurde auf Antrag („Nr. 2“) die Kreuzung des Iktegrabens, Iktebaches (Abbildung 3-3), und des Krauthausen-Jülicher Mühlenteiches mit einer Druckrohrleitung gem. § 99 Landeswassergesetz durch die Untere Wasserbehörde (Kreis Düren) genehmigt,
- wurde auf Antrag („Nr. 3“) ein Eingriff in Form der Errichtung einer Druckentwässerungsleitung und einer Pumpstation gem. Landschaftsgesetz NRW durch die Untere Landschaftsbehörde (Kreis Düren) genehmigt,
- wurde ein Antrag („Nr. 4“) auf Querung der Eisenbahnstrecke Düren-Jülich („Kreuzungsantrag“) mit einer Entwässerungsdruckrohrleitung gestellt, der mit einem „OK“ der Landeseisenbahnverwaltung und einem Kreuzungsvertrag mit der Rurtalbahn abschloss,
- mündete der Antrag („Nr. 5“) auf Unterquerung der L 253 und die unterirdische Verlegung einer Druckrohrleitung im Bereich des Brückenbauwerkes B 56/HEK in einem Nutzungsvertrag mit dem Landesbetrieb Straßenbau.

Es ergingen für die verschiedenen „Amts- und Verwaltungshandlungen“ jeweils Gebührenbe-

scheide in unterschiedlicher Höhe, die dann im Forschungszentrum geprüft und als „sachlich richtig“ abgestempelt werden mussten.

Da die mechanisch-chemische Kläranlage des Forschungszentrums zusätzlich auch noch eine Genehmigung zum Umgang mit radioaktiven Stoffen hat, war die dafür zuständige Genehmigungsbehörde zuerst der Ansicht, man müsse diese Umgangsgenehmigung ändern. Ein entsprechender Änderungsantrag („Nr. 6a“) nach Strahlenschutzverordnung - natürlich mit allen Anlagen - wurde daraufhin gestellt. Doch nachdem seitens des Forschungszentrums nachdrücklich verdeutlicht wurde, dass sich sowohl die Abwässer in ihrer Qualität und Quantität als auch die Einleitstelle in ihrer Lage durch den Bau der Druckrohrleitung nicht ändern werden, wurde der Gegenstand des Änderungsantrags dann doch noch als „nicht genehmigungsrelevant“ eingestuft. Mit ähnlichem Umfang wurde dann lediglich eine wesentliche Änderung („Nr. 6b“) – wieder mit allen Anlagen - bei der zuständigen Aufsichtsbehörde angezeigt.

Der Antrag auf Änderung der wasserrechtlichen Einleiterlaubnis wurde am 26.09.2006 bewilligt. Auch die übrigen Genehmigungen und Zustimmungen erfolgten zwischen Mai 2006 und November 2006. So stand das Forschungszentrum um einige Aktenordner und Schriftstücke reicher auf der „genehmigungssicheren“ Seite.

Im Winter 2006/2007 konnte mit dem Bau der Druckrohrleitung begonnen werden.



Abbildung 3-3: Kreuzung des Iktebaches mit der Druckrohrleitung

### 3.3.2 Rückbau im Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR)

Kober, B.

Am 16.12.2004 wurde seitens des Forschungszentrums Jülich der Antrag auf Rückbau des Gebäudes „05.3u“ (ISR) beim zuständigen Ministerium Wirtschaft, Mittelstand und Energie NRW (MWME) gestellt. Ziel des Vorhabens ist die Freimessung und Entlassung der Räume bzw. Gebäudestrukturen aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes. Die Maßnahme umfasst dabei den gesamten Kontrollbereich über vier Etagen mit ca. 3.000 m<sup>2</sup>. Davon erstrecken sich ca. 1.200 m<sup>2</sup> auf 35 Laborräume im Erd- und Obergeschoss mit insgesamt 34 Radionuklidabzügen. Die restlichen 1.800 m<sup>2</sup> sind Technikräume und Lager. Der Rückbau des Behälterkellers mit den Auffangbehältern für radioaktive Abwässer wurde zunächst noch ausgenommen. Am 13.06.2005 hat das Ministerium seine Zustimmung erteilt.



*Abbildung 3-4: Freilegung von Versorgungsleitungen und Lüftungskanälen*

Nachdem die Vorbereitungsmaßnahmen 2005 abgeschlossen wurden, konnte Anfang 2006 mit den eigentlichen Rückbauarbeiten begonnen werden. Dabei wurden 2006 insgesamt 129 Mg Material abgebaut. Davon waren 44 Mg Stahl, 23 Mg Radionuklidabzüge und 15 Mg Bauschutt. Die restlichen 47 Mg verteilen sich auf andere Abfallarten.

Das Spektrum der während der gesamten Betriebszeit zum Einsatz gelangten radioaktiven Stoffe war breit gefächert. So kamen auch unbestrahltes Thorium und Uran sowie Co-60, Sr-90, Tc-99, Cs-137 sowie Transuranelemente Np, Pu, Am und Cm zum Einsatz.

Aufgrund des breiten Betätigungsfeldes, bei dem

insbesondere Alpha-Nuklide eine wesentliche Rolle spielten, war es nicht möglich einen abdeckenden Nuklidvektor für den gesamten Labortrakt festzulegen. Deshalb wurden mittlerweile 12 Nuklidvektoren definiert, davon ein gemeinschaftlicher Nuklidvektor für die Freimessung der Gebäudestrukturen.

Um den Nachweis der Kontaminations- bzw. Aktivitätsfreiheit gemäß StrlSchV zu erbringen wurde ein Freimesskonzept erstellt und der Aufsichtsbehörde zur Zustimmung eingereicht. Die Zustimmung wurde Ende Januar 2007 erteilt.



*Abbildung 3-5: Zerlegung eines Radionuklidabzuges unter Vollschutz*

Ende 2006 waren die Dekontaminationsarbeiten in den Laborräumen soweit abgeschlossen, dass mit der Vorbereitung zur Freimessung begonnen werden konnte. Hierzu wurden die Decken, Wände und Böden mit einem Raster von 1 m<sup>2</sup> versehen und beschriftet. Nach erfolgter Freimessung und den anschließenden stichprobenartigen Kontrollmessungen durch den Fachbereich S-G und den externen Sachverständigen werden die einzelnen Abschnitte versiegelt, um Kontaminationsverschleppungen aus noch nicht freigemessenen Bereichen definitiv auszuschließen.

Bis Ende 2006 fielen Kosten in Höhe von ca. 2,2 Millionen € an.

Die Freimessarbeiten dauern im Frühjahr 2007 noch an. Fortsetzung folgt ...

### **3.3.3 Fachkundeerhalt 2006 für Strahlenschutzbeauftragte nach der Strahlenschutzverordnung**

*Schulte, P., Lennartz, R.*

Der Bereich Strahlenschutz umfasst die Anwendung von Strahlenquellen und radioaktiven Stoffen in Medizin, Industrie und Forschung sowie den Umgang mit Quellen natürlicher Strahlung.

Um für beruflich strahlenexponierte Personen, Patienten, Patientinnen und die Bevölkerung ein hohes Maß an Sicherheit zu gewährleisten, ist fundiertes Fachwissen der für den Strahlenschutz zuständigen Fachleute von grundlegender Bedeutung. Paragraph 30 Abs. 2 der Strahlenschutzverordnung gibt hierzu vor, dass die Fachkunde im Strahlenschutz mindestens alle 5 Jahre im Rahmen eines als geeignet anerkannten Fortbildungskurses zu aktualisieren ist. Dieser Kurs informiert in Vorträgen, Seminaren und Praktika über neue Entwicklungen auf verschiedenen Fachgebieten, frischt die Grundlagen des Strahlenschutzes beim Umgang mit offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen sowie von Beschleunigern auf und gibt Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch.

Das Forschungszentrum Jülich beschäftigt ca. 1.500 strahlenexponierte Personen. Davon sind etwa 150 Personen Strahlenschutzbeauftragte (SSB) nach der StrlSchV und tragen somit ebenfalls Verantwortung für diese strahlenexponierten Personen.

Auch 2006 mussten SSB aus dem Forschungszentrum ihre Fachkunde aktualisieren. Wegen der großen Zahl der dafür in Frage kommenden SSB wurde durch S in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Weiterbildung (Fachhochschule Aachen/Jülich) ein Kurs zum Fachkundeerhalt inhaltlich gestaltet und im Forschungszentrum angeboten. Den SSB standen 3 separate eintägige Kurs-Termine zur Auswahl. Die 44 teilnehmenden SSB haben ihren Fachkundeerhalt mit erfolgreich abgeschlossener Prüfung erhalten.

Die folgenden Themenbereiche wurden von 2 Referenten aus der Fachhochschule und 4 Referenten aus dem Forschungszentrum vorgetragen:

- Gesetzliche Grundlagen – Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten und -verantwortlichen
- Aktuelles im Strahlenschutzrecht (Fallbesprechungen)

- Aktuelles in der Messtechnik und im Bereich Strahlenschutztechnik (Fallbesprechungen)
- Biologische Strahlenwirkungen, Strahlenrisiko und Dosisbegriffe (Inkorporationsüberwachung)

Zusätzlich wurde auch das „Aktualisierungsmodul BH“ (Beschleuniger) für die SSB angeboten, die verantwortlich sind für Beschleunigerbereiche des Forschungszentrums.

Die Kooperation von Forschungszentrum und Zentrum für Weiterbildung an der FH mit der Möglichkeit die Kurse im Forschungszentrum anzubieten hatte zwei große Vorteile. Zum einen konnten die SSB durch einen Kurs vor Ort und die Wahlmöglichkeit zwischen mehreren Terminen die Kurse besser mit den internen Aufgaben und Projekten vereinbaren, was gerade in laufenden wissenschaftlichen Projekten ein Vorteil ist.

Zum anderen konnten die Fortbildungskosten deutlich reduziert werden. Pauschal hat das Forschungszentrum für die Fortbildungsmaßnahme nur etwa 4.100 € bezahlt.

An externen Kursstätten wären effektive Gesamtkosten (Kursgebühren) für die Fortbildung in Höhe von z.B.

- Hannover: 44 x 210 € = 9.240 €
- FH Jülich: 44 x 240 € = 10.560 €
- FTU Karlsruhe: 44 x 470 € = 20.680 €

entstanden. Die zusätzlichen Reise- und Übernachtungskosten sind in dieser Kalkulation noch nicht berücksichtigt.

Insgesamt wurden somit Kosten von etwa 10.000 bis 20.000 € (je nach Kurstätte) unter Berücksichtigung der Reise- und Übernachtungskosten eingespart. Verdienstaufschläge durch Reisezeiten und mehrtägige Abwesenheit sind dabei nicht bedacht.

Diese Ersparnis ergab sich daraus, dass aufgrund der vorhandenen Infrastruktur innerhalb des Forschungszentrums die SSB in verschiedenen Fortbildungsräumen an dem vom Geschäftsbereich S, Team S-GB geplanten, organisierten und durchgeführten Kursen teilnehmen konnten.

Auch für das Jahr 2007 ist geplant, den Strahlenschutzbeauftragten im Forschungszentrum Aktualisierungskurse zum Fachkundeerhalt, diesmal nach der Röntgenverordnung (RöV), anzubieten.



### 3.3.4 Grundwassermonitoring auf dem ehemaligen Atomwaffentestgebiet Semipalatinsk, Kasachstan

Heuel-Fabianek, B., Höbig, J., Ostapczuk, P.

Das Institute for Nuclear Physics (INP) des National Nuclear Center der Republik Kasachstan führte bis Ende 2006 ein mehrjähriges Projekt zur Grundwasserüberwachung auf dem ehemaligen Atomwaffentestgebiet Semipalatinsk im Osten Kasachstans durch. Das Projekt mit dem Namen "Groundwatermonitoring at Semipalatinsk Test Site" wurde vom International Science and Technology Center ISTC, Moskau, unter der Projektnummer K-893 mit Mitteln der EU gefördert.

Schwerpunkte des Monitoring durch das INP waren die Degelen-Berge (Abbildung 3-6), das Balapan-Gebiet (Abbildung 3-7) und das Telkem-Gebiet. In den Degelen-Bergen fanden die Atombombentests überwiegend in Stollen statt. Im Balapan- und im Telkem-Gebiet wurden unterirdische Atombombenversuche in Bohrlöchern durchgeführt.

Die kasachischen Geologen und Geophysiker nutzen für den Aufbau des Grundwassermonitoring zum einen bestehende Bohrlöcher aus der Zeit der Nukleartests. Zum anderen führten sie mit Hilfe ihrer technischen Ausstattung Bohrungen durch, um neuen Grundwasserpegel zu installieren. Weiterhin wurden die Ausflüsse aus heute

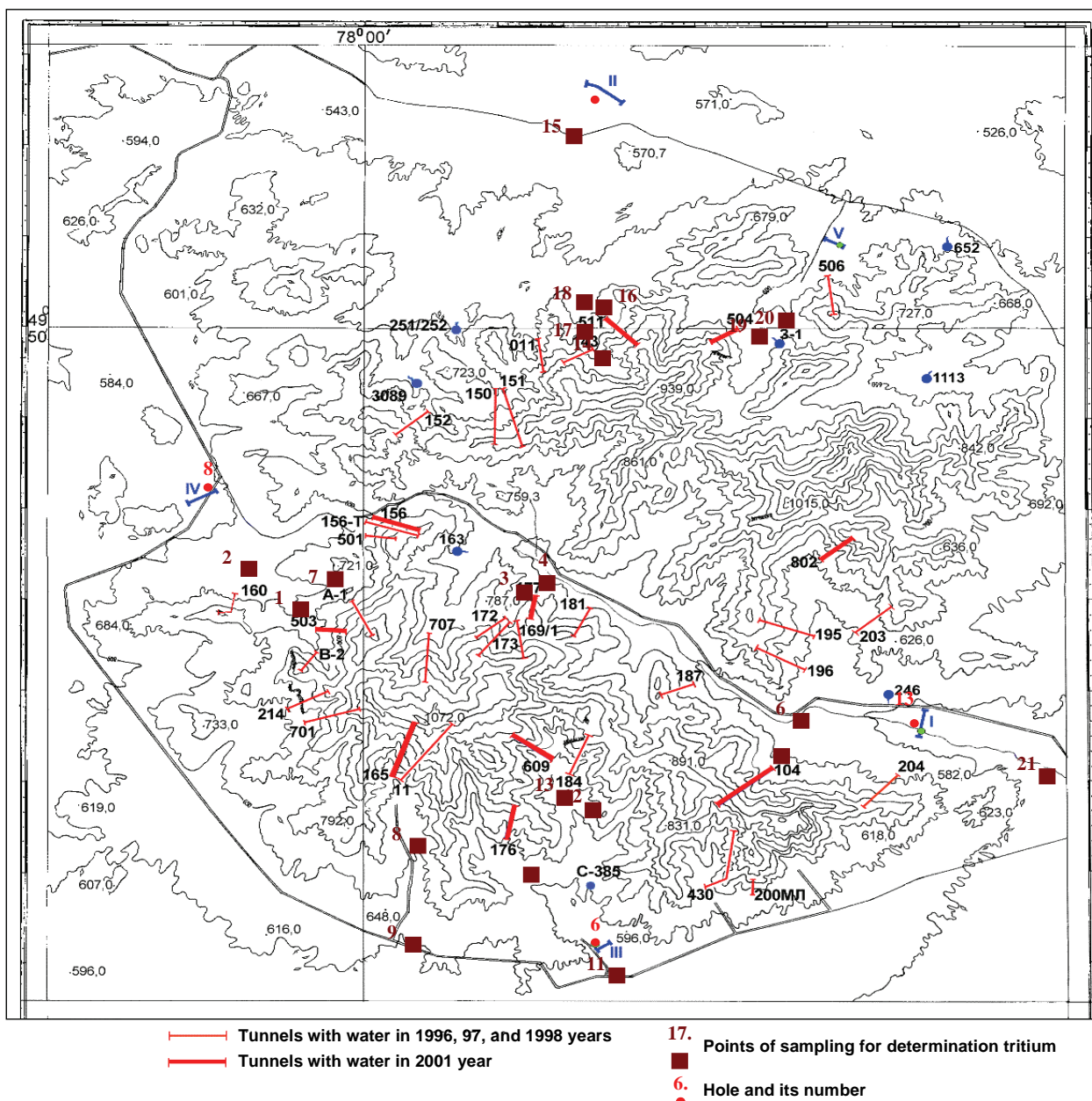
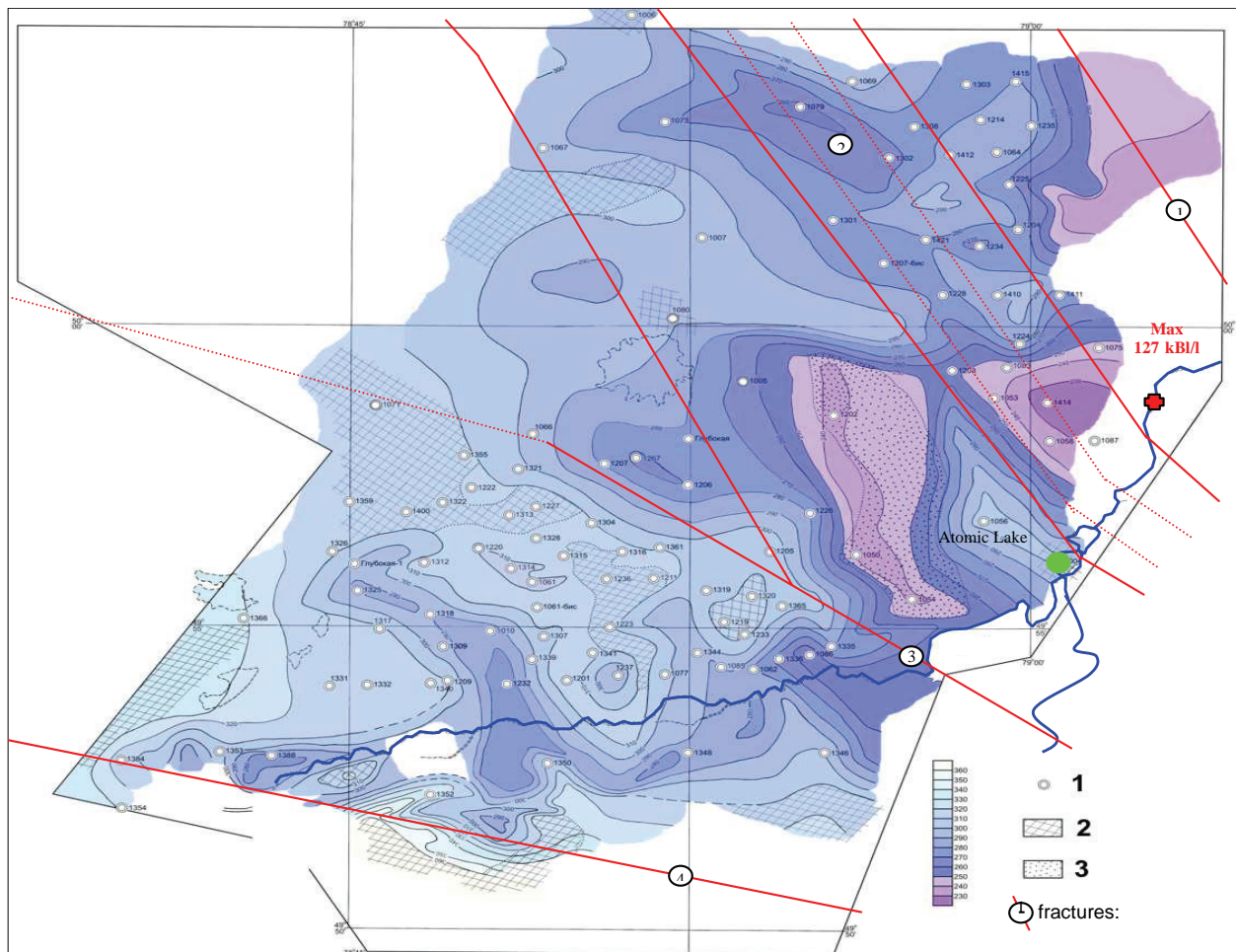


Abbildung 3-6: Lage der Monitoringpunkte in den Degelen Bergen (Quelle: INP)



1 – wells for nuclear tests; 2 – area of clay absence (probably drainage); 3 – horizon of water-abundant sands in clay basis

Abbildung 3-7: Isohypsen der Hangendgrenze des Grundwasserleiters im Balapan-Gebiet, Maßstab: ca. 1:50.000 (Quelle: INP)

verschlossenen Tunneln und Stollen beprobt.

Der GB Sicherheit und Strahlenschutz ist, unterstützt vom ICG-IV des Forschungszentrums Jülich, gemeinsam mit dem Lawrence Livermore National Laboratory LLNL, USA, als "International Collaborator" in das Projekt eingebunden.

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem INP waren mehrfach kasachische Wissenschaftler im Forschungszentrum, um zum einen im radiochemischen Labor des GB S die dort durchgeführten Maßnahmen zum Qualitätsmanagement sowie die Analytik von Radionukliden (z.B. Tritium) im Spurenbereich kennenzulernen. Zum anderen wurde mit Jülicher Wissenschaftler die Datenauswertung und das weitere Vorgehen im Projekt diskutiert.

Ein Schwerpunkt der Projektarbeit im Jahr 2006 waren Tritiummessungen ( $^3\text{H}$ ). Die Ergebnisse der Tritiumbestimmung in Wasserdampfproben (Abbildung 3-8) haben gezeigt, dass die  $^3\text{H}$ -

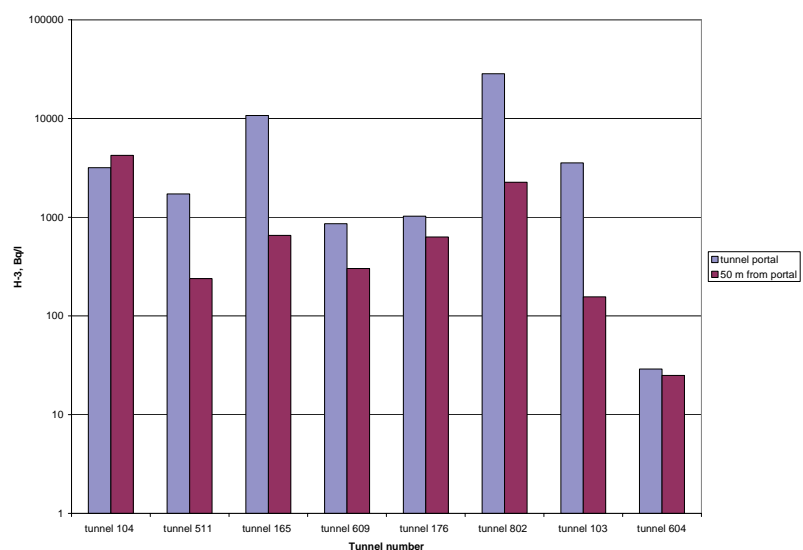
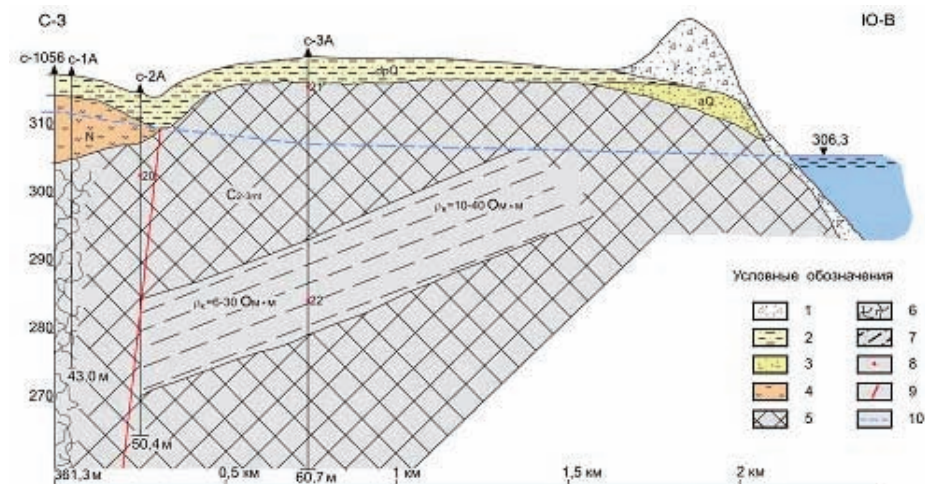


Abbildung 3-8:  $^3\text{H}$  - Konzentration in einigen Wasserdampfproben

Gehalte von ca. 60 Bq/L bis zu einige zehntausend Bq/L schwanken und in einigen Fällen die  $^3\text{H}$ -Konzentration in der freien Luft überschreiten. Die Volumenaktivität von  $^3\text{H}$  überschreitet nicht die zulässige Grenzwerte, kann aber in einigen Fällen bis zur 40 % der zugelassen Jahresdosis beibringen.

In dem Gebiet Balapan ist die Wasserführung von großer Bedeutung. In einigen Stellen, wo keine schützenden wasserundurchlässigen Schichten (z. B. neogener Ton) vorhanden sind (Abbildung



1–rock bulk ejected by explosion; 2–dealluvial-proluvial clay sand and sands (dpQ); 3– alluvial sand and pebbles (aQ); 4–waterproof neogen clay (N); 5–terrigenous coarse deposits of mayatass assise of average-upper carbon (C2-3mt); 6– collapse zone at explosion in the well 1056; 7– rock horizon having reduced specific electric resistance; 8– high gamma-activity on logging data (mkR/h); 10–level of groundwater

Abbildung 3-9: Geologisches Profil am „Atomic Lake“ am Rande des Balapan-Gebietes (Quelle: INP)

3-9), kann es zur Vermischung des radioaktiv kontaminierten Oberflächenwasser mit dem sauberen Grundwasser kommen. Um dieses im Bereich des „Atomic Lake“ zu untersuchen, wurden drei zusätzliche Pegel gebohrt (1A, 2A und 3A).

Die Ergebnisse (Tabelle 3-1) zeigen, dass es für den Bereich des Grundwasserstroms zum „Atomic Lake“ schwierig ist, die geologischen Daten mit den analytischen Daten in Einklang zu bringen, da sich anhand der bisherigen Messungen kein einheitliches Bild der Konzentration und Verteilung bei den einzelnen Isotopen ergibt. Weitere Unter-

Tabelle 3-1: Radioisotope im Grundwasser und im Atomic Lake

Probe	$^3\text{H}$ [kBq/l]	$^{90}\text{Sr}$ [Bq/l]	$^{137}\text{Cs}$ [Bq/l]	$^{239}\text{Pu}$ [mBq/l]
1A	282	1.240	4,4	
2A, Tiefe 20 m	153	49,2	< 0,1	
2A, Tiefe 35 m	151	39,5	< 0,1	
3A	0,16	0,02	< 0,1	
Atomic Lake	3,1	0,2	2,0	29,0

suchungen sind daher geplant.

### 3.3.5 Untersuchung der externen Strahlenexposition der Gemeinde Volincy, Weißrussland

Dederichs, H., Pillath, J., Lennartz, R., Heuel-Fabianek, B.

Zu der kleinen weißrussischen Gemeinde Volincy gehören die Dörfer Volincy, Kljapin und Kljapinskaja-Buda. Sie liegen in einer „Periodic Control Zone“ (Kontamination < 555 kBq/m<sup>2</sup>) etwa 200 km nordnord-östlich der Reaktoren von Tschernobyl. Andere Orte der Gemeinde, wie Schaunitza und Jasen, die Teil einer „Permanent Control Zone“ (Kontamination von 555 kBq/m<sup>2</sup> bis < 1.480 kBq/m<sup>2</sup>, (Abbildung 3-10)) sind, wurden von der Bevölkerung „freiwillig“ verlassen. Der Ort Koljud, ebenfalls in der „Permanent Control Zone“ gelegen, wird heute wiederbesiedelt.

Aus den Kontaminationskarten der Republik Belarus (Abbildung 3-10) aus dem Jahr 1991 zum Tschernobyl-Reaktorunfall ist allerdings ebenfalls ersichtlich, dass ein Teil der Ortschaft Volincy in der „Permanent Control Zone“ liegt. Inwieweit dies bei der Bestimmung der mittleren Bodenkontamination bei den weißrussischen Messungen berücksichtigt wurde, kann von dieser Stelle nicht gesagt werden.

Ortsdosisleistungen wurden von Mitarbeitern des GB S an mehreren Stellen der Orte der Gemeinde gemessen und Bodenproben genommen:

- Ortsteil Volincy: 10
- Ortsteil Kljapin: 7
- Ortsteile Kljapinskaja-Buda, Koljud: je 3

Zur Bestimmung der Ortsdosisleistung der Orte wurden keine Waldflächen gemessen. In den Jahren 2000 und 2001 wurden im Ortsteil Kljapin nur drei Messpunkte genommen. Jedoch zeigte sich, dass die Anzahl auf Grund der Größe des Ortes zu gering war.



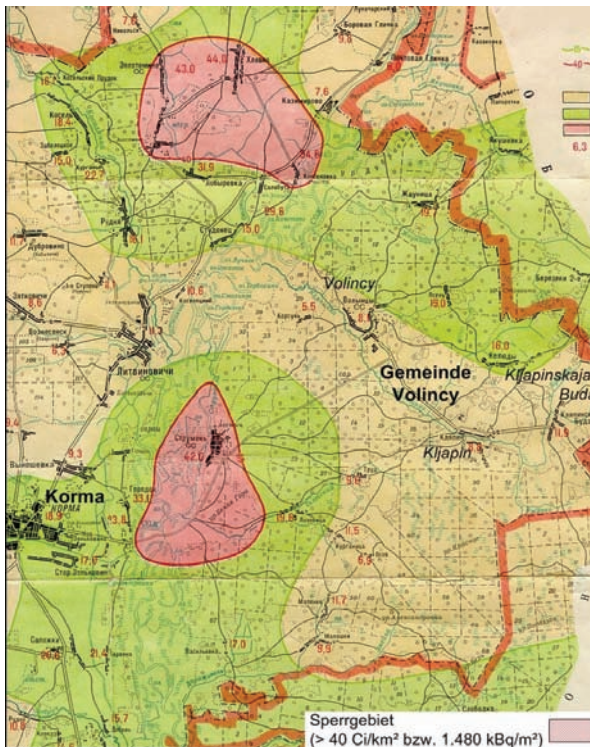


Abbildung 3-10: Kontaminationskarte 1991 (Ausschnitt) mit der Gemeinde Volincy

### Die Oberflächenkontamination

Seit dem Jahr 2000 wurden parallel zu den Ortsdosisleistungen an gleicher Stelle Bodenproben entnommen. Die Proben wurden nach mineralischen und organischen Anteil getrennt. Die Auswertung der Proben erfolgte nur nach dem Element  $^{137}\text{Cs}$ , da alle anderen relevanten Elemente nicht mehr nachweisbar sind. Die Ergebnisse wurden über die jeweilige Ortschaft gemittelt.

Tabelle 3-2 zeigt die Entwicklung über die Jahre 2000–2006 in den einzelnen Ortsteilen und der Gesamtgemeinde. In die Werte der Gesamtgemeinde sind nicht die Werte des Ortsteils Koljud eingeflossen, da er ausschließlich in der „Permanent Control Zone“ liegt.

Trägt man die Werte der Gesamtgemeinde in nor-

mierter Form in ein Diagramm auf, so lässt sich mit Hilfe des Modells zur Bestimmung des Verlaufs der „effektiven“ Bodenkontamination die Entwicklung der Oberflächenkontamination zeigen (Abbildung 3-11). Die Oberflächenkontamination wird bis zu einer Tiefe von 10 cm angenommen.

Bei den Berechnungen zeigte sich, dass die Anfangskontamination für  $^{137}\text{Cs}$   $N_0=0,545\text{MBq/m}^2$  betrug. Der Migrationskoeffizient ergibt sich zu  $\lambda_m=0,06418\text{ a}^{-1}$  und der Retransferkoeffizient zu  $\lambda_T=0,028\text{ a}^{-1}$ . Für die einzelnen Ortsteile erhält man als  $^{137}\text{Cs}$ -Anfangskontamination:

- Volincy:  $0,555\text{MBq/m}^2$
- Kljapin:  $0,480\text{MBq/m}^2$
- Kljapinskaja Buda:  $0,600\text{MBq/m}^2$

Nach zwanzig Jahren ist der mineralisch gebundene Anteil auf ca. 17 % der Anfangsaktivität gesunken, bis er nach 55 Jahren so gering ist, dass er als verschwunden angesehen werden kann. Ca. 9 % beträgt der organisch gebundene Aktivitätsanteil nach 20 Jahren. Er wächst weiter an, bis er 32 Jahre nach dem Unfall mit ca. 11 % sein Maximum erreicht. Später nach ca. 50 Jahren nimmt er mit der Zerfallskonstanten von  $^{137}\text{Cs}$  ab. Eine endgültige Verifizierung kann erst, wie aus der Abbildung 3-11 ersichtlich, nach mehreren Jahren stattfinden.

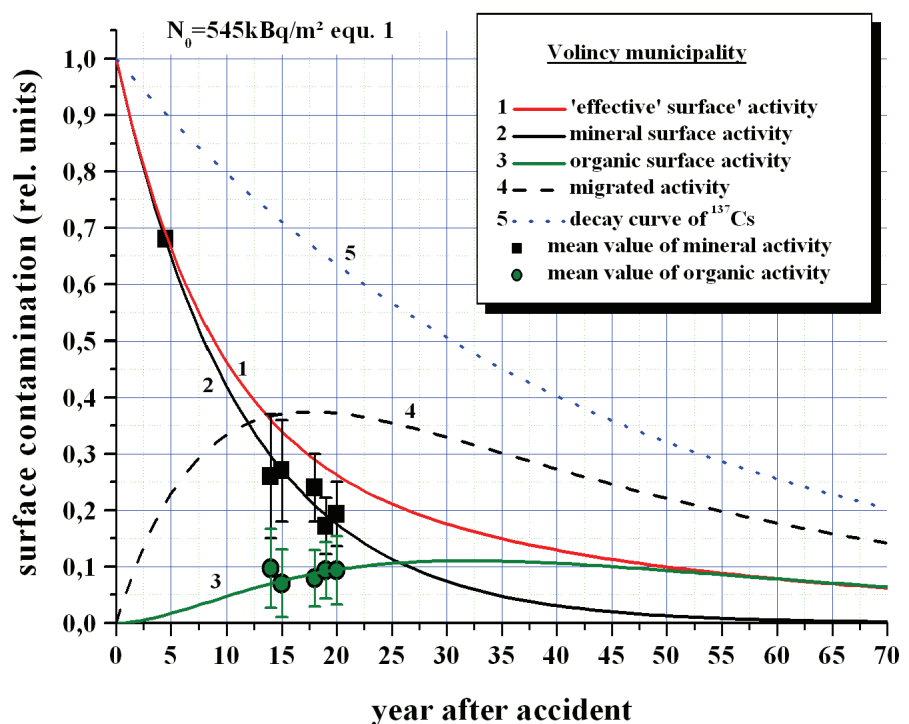


Abbildung 3-11: Entwicklung der gemittelten Oberflächenkontamination der Gemeinde Volincy, Weißrussland

Tabelle 3-2: <sup>137</sup>Cs-Bodenkontamination in der Gemeinde Volincy

Jahr		Volincy [kBq/m <sup>2</sup> ]	Kljapin [kBq/m <sup>2</sup> ]	Kljapins- kaja-Buda [kBq/m <sup>2</sup> ]	Gemeinde Volincy [kBq/m <sup>2</sup> ]	Koljud [kBq/m <sup>2</sup> ]
Belarus-Kat. 1990/1991		375	325	426	376	592
2000	mineralisch	142,1	107,2	181,7	143,7	
	organisch	62,1	54,6	44,1	53,6	
	gesamt	204,2	161,8	225,8	197,3	
2004	mineralisch	153,0	113,0	129,0	131,7	
	organisch	28,6	35,5	63,8	42,6	
	gesamt	181,9	149	193,3	174,7	
2005	mineralisch	82,5	99,7	99,2	93,8	149,9
	organisch	54,8	34,0	63,1	50,6	132,5
	gesamt	137,3	133,8	162,2	144,4	282,4
2006	mineralisch	115,5	84,1	116,2	105,3	261,1
	organisch	56,0	37,2	65,4	52,9	62,1
	gesamt	171,5	121,3	181,7	158,2	323,2

### Entwicklung der Ortsdosisleistung

Die gemittelten Werte der Ortsdosisleistung in den Orten der Gemeinde Volincy und der Gemeinde selbst, wobei der Ortsteil Koljud wieder separat betrachtet werden muss, sind in Tabelle 3-3 aufgelistet. Die Einzelwerte in den einzelnen Ortsteilen streuen über einen größeren Bereich, +/-0,16 µSv/h.

Kontrollmessungen außerhalb der relevanten Messpunkte zeigen, dass keine radioaktiven Spots in der Ortslage zu finden sind. Der Ortsteil, der eigentlich in der „Permanent Control Zone“ liegt, zeigt den höchsten Mittelwert mit 0,33 +/-0,07 µSv/h. Dieser Bereich liegt unmittelbar am Rande des Waldes, der in einen großen Sperrbezirk in der Nähe der Stadt Krasnapolje, Bezirk Mogiljev, übergeht.

Die kursiv gekennzeichneten Werte sind Ergebnisse aus niedriger Messanzahl. Sie sind dennoch aufgelistet und in Abbildung 3-12 berücksichtigt.

Aus den Werten der Tabelle 3-3 ist vorerst keine eindeutige Tendenz über die Jahre der Messkampagnen zu erkennen. Betrachtet man sie dagegen in Abbildung 3-12, so lässt sich mit Hilfe der Entwicklung der „effektiven“ Oberflächenkontamination eine Tendenz berechnen. Die in der Abbildung 3-12 eingezeichnete Kurve ist die Summe aus der Höhenstrahlung und dem Verlauf der „effektiven“ Oberflächenkontamination. Gleiches gilt auch für die einzelnen Ortsteile der Gemeinde (Abbildung 3-13).

Obwohl im Jahr 2006 für eine Bestimmung der mittleren Ortsdosisleistung zu wenig Messwerte zur Verfügung standen, wurde dennoch über die

Tabelle 3-3: Mittelwerte der Ortsdosisleistung in der Gemeinde Volincy

year	Volincy		Kljapin		Kljapinskaja-Buda		Volincy municipality		Koljud	
	[µSv/h]		[µSv/h]		[µSv/h]		[µSv/h]		[µSv/h]	
	mean	spread	mean	spread	mean	spread	mean	spread	mean	spread
1999	0,22	0,15	<i>0,16</i>	<i>0,05</i>	0,27	0,16	0,22	0,14		
2000	0,31	0,08	<i>0,25</i>	<i>0,05</i>	0,29	0,12	0,28	0,09		
2001	0,26	0,05	0,21	0,03	0,27	0,09	0,25	0,07		
2004	0,21	0,05	0,17	0,02	0,22	0,06	0,20	0,05		
2005	0,23	0,05	0,16	0,02	0,25	0,06	0,22	0,05	0,40	0,06
2006	<i>0,19</i>	<i>0,09</i>	<i>0,16</i>	<i>0,02</i>	<i>0,17</i>	<i>0,08</i>	<i>0,18</i>	<i>0,09</i>	<i>0,32</i>	<i>0,05</i>

kursiv dargestellte Werte: niedrige Anzahl von Messungen



Werte gemittelt und diese in das Diagramm aufgenommen. Die unterschiedlichen Kurvenhöhen resultieren aus den verschiedenen Anfangskonzentrationen für  $^{137}\text{Cs}$ , die im Bericht vorher schon aufgezeichnet wurden. Zusätzlich wurden diese Werte mit der mittleren Dosisleistung der Höhenstrahlung von 70 nSv/h – 80 nSv/h beaufschlagt.

Legt man den Verlauf der Kurve für die Entwicklung der mittleren Ortsdosisleistung der Gemeinde Volincy zugrunde, so sieht man, dass im Jahr 2015 die Ortsdosisleistung auf 0,16  $\mu\text{Sv/h}$  abgefallen ist und im Jahr 2035 auf 0,12  $\mu\text{Sv/h}$ . Erst im Jahr 2100 ist Bodendosisleistung gänzlich zu vernachlässigen. Der Wert der mittleren Ortsdosisleistung beträgt nunmehr 80 nSv/h, dem man nur der Höhenstrahlung zurechnen darf.

Von Interesse ist nun die Bestimmung der externen jährlichen Dosis einmal ermittelt aus der Ortsdosisleistung und zum anderen ermittelt aus der ‚effektiven‘ Oberflächenkontamination mit dem ermittelten Ortsdosisleistungsfaktor. Liegt hier eine hinreichende Übereinstimmung vor? In Abbildung 3-14 sind die berechneten Werte aus beiden Messvorgängen aufgezeichnet. Der Kurve ist der zeitliche Verlauf der ‚effektiven‘ Oberflächenkontamination für das Nuklid  $^{137}\text{Cs}$  zugrunde gelegt. Lediglich der Anteil der Höhenstrahlung von ca. 0,42 mSv/a wurde den Kurvenwerten zugeschlagen. Die einzelnen Messpunkte zeigen eine gute Übereinstimmung mit der berechneten Kurve. Betrachtet man den Kurvenverlauf, so sieht man, dass im Jahr 2017 die jährliche externe Dosis unter dem Wert von 1 mSv/a fallen würde.

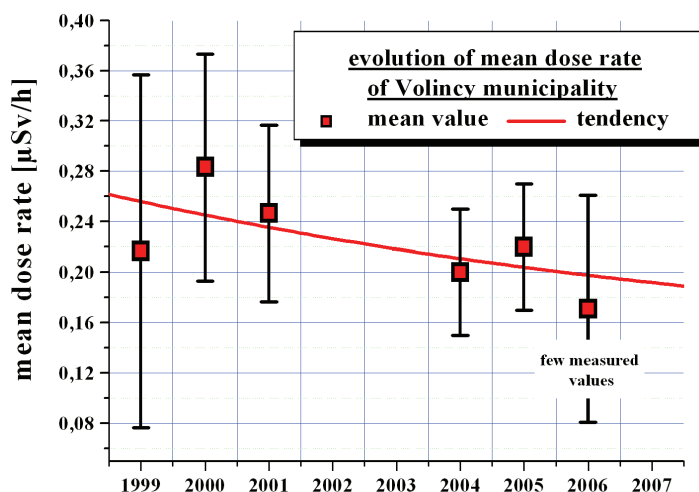


Abbildung 3-12: Entwicklung der mittleren Ortsdosisleistung der Gemeinde Volincy 1999-2006

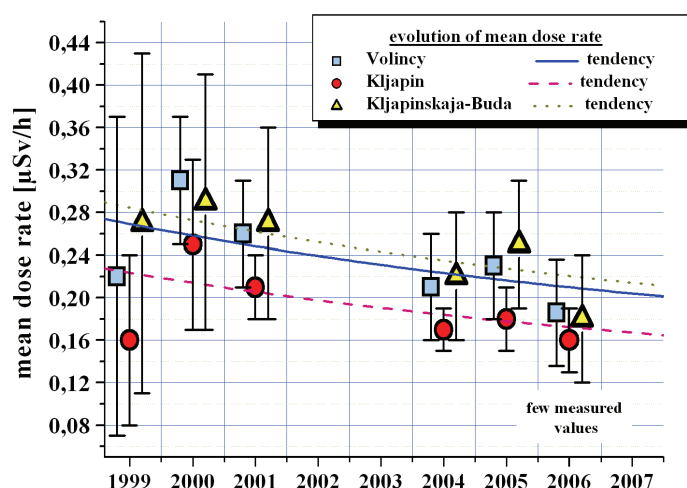


Abbildung 3-13: Entwicklung der mittleren Ortsdosisleistung in den Orten der Gemeinde Volincy 1999 - 2006

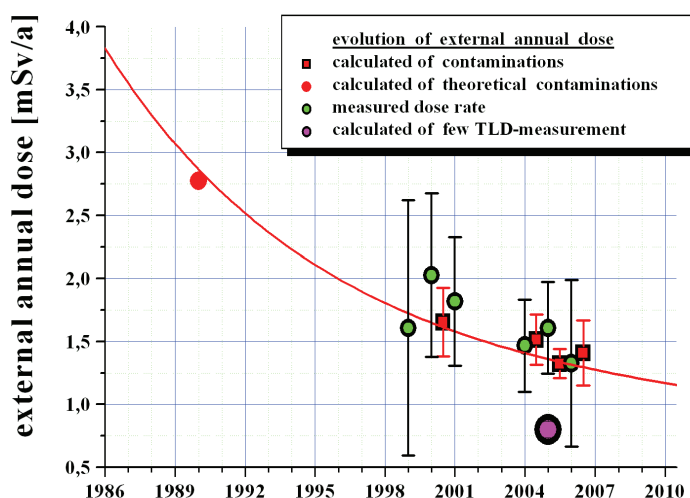


Abbildung 3-14: Zeitliche Entwicklung der externen Jahresdosis in der Gemeinde Volincy

### 3.3.6 Akkreditierung der amtlich anerkannten Inkorporationsmessstelle

Hill, P., Froning, M., Ostapczuk, P., Schläger, M.

Die amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle ist als fachlich unabhängige und behördlich bestimmte Messstelle für die direkte Messung der Körperaktivität und die Messung der Aktivität der Ausscheidungen sowie die Bewertung der Messergebnisse zur Ermittlung der Aktivitätszufuhr und der Körperdosen zuständig. Sie ist als Dienstleister vor allem für interne Kunden im Forschungszentrum Jülich, aber auch für externe Auftraggeber tätig.

Bereits über die vergangenen Jahre hinweg wurde mit dem Ziel, die dauerhaft gute Qualität der Dienstleistungen der Inkorporationsmessstelle auch in Zukunft sicherzustellen, permanent zu verbessern und diesen Anstrengungen einen systematischen Rahmen zu geben, ein Qualitätsmanagementsystem (QMS) aufgebaut.

Das grundlegende Dokument eines Qualitätsmanagementsystemes ist das Qualitätsmanagementhandbuch (QMH). Es steht an der Spitze der Hierarchie der nachgeordneten Dokumente und bildet das gemeinsame Dach (Abbildung 3-15).

Das QMH der Messstelle soll die Grundlage für einen dynamischen Entwicklungsprozess insbesondere im Hinblick auf Qualität sein. Im QMH ist dargestellt, wie grundlegende Voraussetzungen erfüllt sind. Das sind zunächst die Eignung der Organisationsform, die auch die fachliche Unabhängigkeit, Unparteilichkeit und Unbefangenheit

der Messstelle sicherstellen muss. Das sind aber auch die Ausstattung der Messstelle (Räumlichkeiten, Geräte, Mitarbeiter) und die wissenschaftlich-technische Kompetenz (Prüfbereiche, Qualifikation der Mitarbeiter). Darüber hinaus gibt das QMH einen Überblick über die eingesetzten Verfahren und die qualitätssichernden Maßnahmen.

In der zweiten Ebene der Dokumentation beschreiben die VA die organisatorischen und tech-

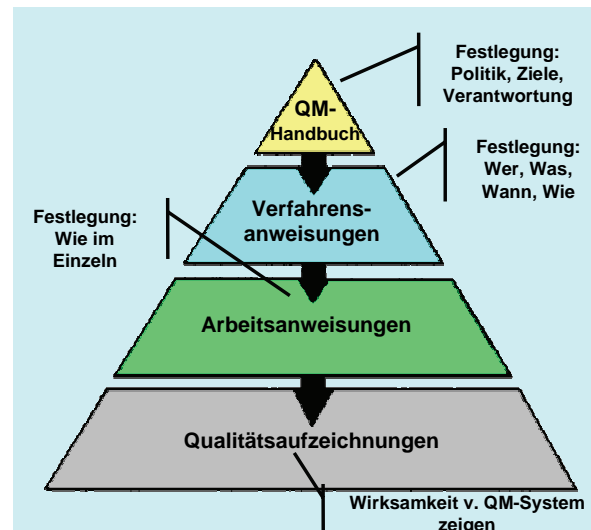


Abbildung 3-15: Ebenen der QM-Dokumentation

nischen Vorgehensweisen. Sie bilden die Hauptprozesse in den drei Bereichen Ausscheidungsmesslabor, Ganzkörpermesslabor und allgemeine Messstellenprozesse ab. Dabei wird auch die Eingliederung von Unterprozessen in die Abläufe der Messstelle dokumentiert (Abbildung 3-16). In der dritten Ebene führen Arbeits-, Prüf- und Kalibrierungsanweisungen die

Arbeitsvorgänge und Zuständigkeiten für einzelne Arbeitsschritte näher aus.

Besonderer Bedeutung kommen im Qualitätsmanagement den Qualitätsregelkreisen zu, wie in Abbildung 3-17 für Prüfprozesse dargestellt. Wichtige Bestandteile sind die Eingangsprüfung eines Prüfauftrags, die Durchführung der Prüfungen entsprechend den Anforderungen und die Ausgangsprüfung der Er-

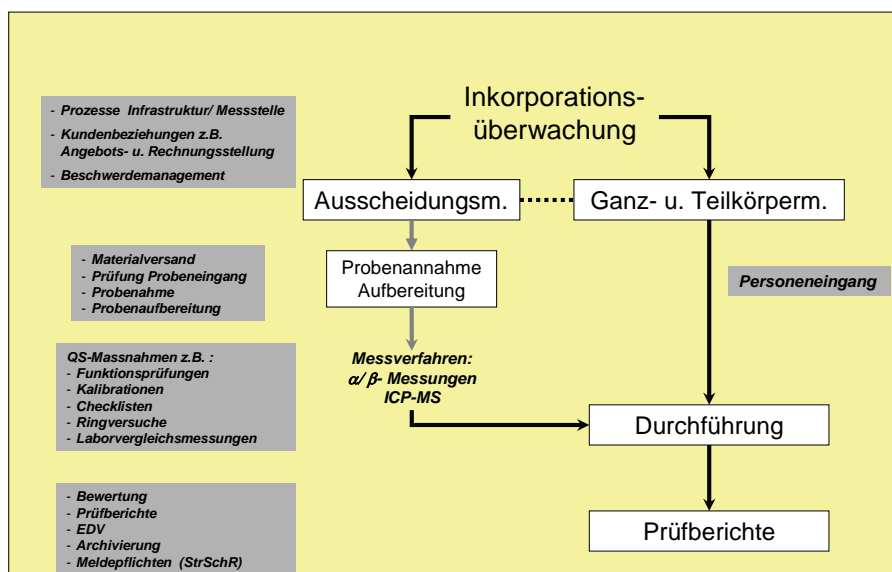


Abbildung 3-16: Prozesse in der Inkorporationsüberwachung

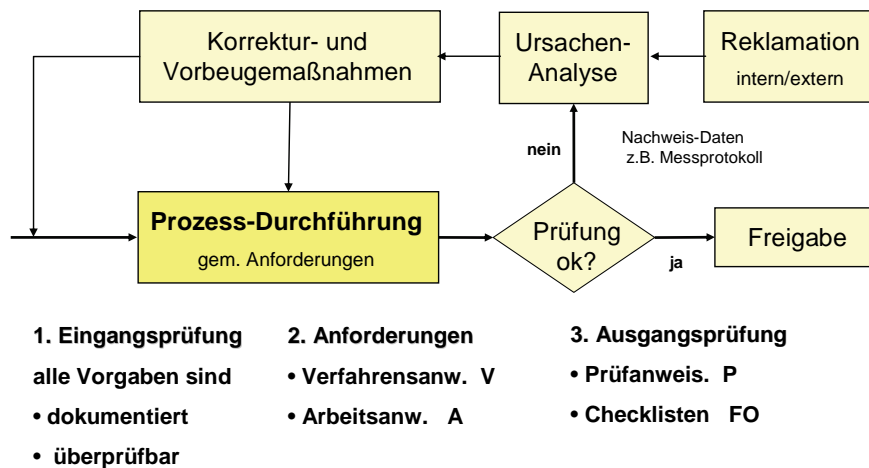


Abbildung 3-17: Qualitätsregelkreis für Prüfprozess

gebnisse, die normalerweise in der Freigabe des Prüfberichtes mündet. Im Fehlerfall beinhaltet der Regelkreis eine Ursachenanalyse und die Durchführung von angemessenen Korrekturmaßnahmen. Potentiellen Fehlerquellen wird schon im Vorfeld durch vorbeugende Maßnahmen begegnet, können sich aber auch aus der Analyse doch noch aufgetretener Fehler ergeben. Korrekturprozesse können dabei auch durch Kundenreklamationen angestoßen werden.

Die komplexen Prozesse erforderten eine vierjährige Aufbau- und Einführungsphase für das QM-System, die 2006 beendet wurde. Insgesamt wurden 98 einzelne Dokumente erstellt. Dies setzte ein großes Engagement der Mitarbeiter und deren Identifizierung mit den Zielen des Qualitätsmanagements voraus, mussten die Dokumente doch auch auf ihre Praxistauglichkeit getestet und neu eingeführte Prozesse umgesetzt werden. Und das alles neben dem normalen Arbeitspensum.

In den vergangenen Jahren hat das Qualitätsmanagement nicht nur im Forschungszentrum Jülich, sondern auch ganz allgemein auf dem Gebiet des Strahlenschutzes an Bedeutung gewonnen. Die aktuelle Fassung der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle fordert von den behördlich bestimmten Personendosis- und Inkorporationsmessstellen die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 (Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien). Die Richtlinie ist zum 1.3.2007 umzusetzen.

Eine Akkreditierung ist die formelle Anerkennung der Kompetenz eines Prüflaboratoriums - hier der Inkorporationsmessstelle - für die im Geltungsbereich der Akkreditierung definierten Aufgaben

durch eine unabhängige Akkreditierungsstelle, im vorliegenden Fall die DAP GmbH (Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen, Berlin). Das Akkreditierungsverfahren wurde im Frühjahr 2006 eingeleitet. Die Begutachtung vor Ort fand vom 26. – 27.07.2006 statt und wurde durch einen leitenden Begutachter und einen Fachgutachter durchgeführt. Neben einer gründlichen Sichtung von Dokumenten und Unterlagen be-

inhaltete sie eine ausführliche Laborbegehung, während der, neben der Technik und Ausstattung, auch die Qualifikation der Mitarbeiter im Fachgespräch überprüft wurde. Am Ende waren wenige Korrekturmaßnahmen erforderlich, die vom hochmotivierten Personal in kürzester Zeit abgearbeitet wurden. Es folgte jedoch noch einiges an zeitraubendem Verfahrensaufwand in der akkreditierenden Stelle. Die Ergebnisse der Begutachtung waren so überzeugend, dass eine flexibilisierte Akkreditierung erreicht wurde, die mit Wirkung zum 07.11.2006 für die Dauer von fünf Jahren erfolgte.

Sie ist im Wesentlichen gültig für Prüfungen in der Inkorporationsüberwachung mittels direkter Messung der Körperaktivität (Ganz- und Teilkörpermessung) und indirekter Bestimmung der Körperaktivität über die Untersuchung von Ausscheidungsproben. Abgerundet wird die Akkreditierung durch die Elementbestimmung in Wasserproben, die z.B. die Uranbestimmung in Mineralwässern abdeckt, eine Maßnahme die gelegentlich zur Abklärung erhöhter Urinwerte erforderlich ist.

Innerhalb der in Tabelle 3-4 genannten Prüfbereiche ist der Inkorporationsmessstelle die freie Auswahl von genormten sowie die Modifizierung, Weiter- und Neuentwicklung von Prüfverfahren gestattet. Die aufgeführten Prüfverfahren sind beispielhaft.

Mit der Einführung des Qualitätsmanagementsystems und der flexiblen Akkreditierung der Messstelle ist der kontinuierlichen Entwicklung im Qualitätsbereich ein systematischer Rahmen gegeben. Dies fügt sich auch hervorragend in die bestehenden Qualitätsbestrebungen des Forschungszentrums Jülich ein. So wurde denn die Akkreditierung

Tabelle 3-4: Charakteristische Prüfverfahren

Prüfbereich	Matrix	Parameter	Charakteristische Prüfverfahren	Messgrößen/ Prüfparameter
Ganzkörpermessung	Personen	Gammastrahlen emittierende Radionuklide z.B. Co-60, Cs-137	Gammapektrometrie	Aktivität Körperdosis
Teilkörpermessung	An Personen z.B. Schilddrüse	Gammastrahlen emittierende Radionuklide z.B. Tc-99m, I-125, I-131	Gammapektrometrie	Aktivität Körperdosis
Bestimmung von Radionukliden in Ausscheidungsproben	Urin, Stuhl	Alphastrahlen emittierende Radionuklide z.B. Th-228, Th-230, Th-232, U-234, U-235, U-238, Pu-238, Pu-239/240, Cm-242, Cm-244	Alphaspektrometrie nach Aufschluss und radiochemischen Abtrennung	Aktivität Körperdosis
		Betastrahlen emittierende Radionuklide z.B. H-3, C-14, Sr-90	Low-level Betamessung oder Flüssigszintillationsmessung (LSC) gegebenenfalls nach Aufschluss und radiochemischer Abtrennung	Aktivität Körperdosis
		z.B. Th, U, Th-232, U-234, U-235, U-238	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) gegebenenfalls nach Aufschluss	Masse Aktivität Körperdosis
Bestimmung von Elementen	Wasser	z.B. Th, U	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	Masse

auch vom Vorstand des FZJ sehr begrüßt. Dieser Erfolg konnte so nur durch das gemeinsame zielgerichtete Vorgehen der Mitarbeiter erreicht werden, das höchste Anerkennung verdient. Insgesamt gesehen ist das Qualitätsmanagement der Messstelle auf einem guten und richtigen Weg.

### 3.3.7 Polonium-210 - eine neue Bedrohung

Hill, P.

Als am 3. November 2006 der russische Geschäftsmann A. Litwinenko in einem kritischen Gesundheitszustand in ein Londoner Krankenhaus eingeliefert wurde, ahnte niemand, wie sehr dieser Fall in der Folge noch die Welt bewegen und auch die Jülicher Inkorporationsmessstelle beschäftigen würde.

#### Ein Anschlag in London mit Auswirkungen in Deutschland

Nach zwei Besprechungen am 1. November 2006, die in der Pine Bar des Londoner Millenium-Hotels und in einer Sushi-Bar stattfanden, fühlte sich der Ex-Geheimdienstagent A. Litwinenko zunehmend körperlich unwohl und wurde schließlich zwei Tage später mit schwersten Symptomen in ein Krankenhaus eingeliefert. Dort wurde eine schwere Vergiftung vermutet. Der Verdacht fiel zunächst auf Thallium, das wohl in der Vergangenheit schon als schwer nachweisbares Gift bei Mordanschlägen Verwendung gefunden hatte. Später, die Symptome einer Strahlenkrankheit manifestierten

sich, sprachen die Ärzte von radioaktivem Thallium. Dass es sich um einen radioaktiven Stoff handelte wurde schließlich bestätigt, doch erwies sich die Substanz als das seltene Radioisotop Polonium-210, von dem jährlich weltweit nur etwa 100 g hergestellt werden. Niemals zuvor wurde es nachweisbar bei einem Giftanschlag verwendet. Auch in Szenarien der nuklearen Gefahrenabwehr spielte das Poloniumisotop bis dahin keine Rolle.

Auf die Behandlung von A. Litwinenko hatte die Identifizierung des Giftes keine direkte Auswirkung mehr. Sein Zustand war bereits so schlecht, dass er noch am Tage der Bestätigung verstarb. Für die Britische Gesundheitsbehörde (HPA) jedoch begann an diesem Tag ihr Einsatz zur Abwehr weiterer Gefahren erst richtig. Personen, die mit Litwinenko direkt in Kontakt gekommen waren, mussten identifiziert und gefunden werden. Die Orte an denen er oder seine Gesprächspartner sich aufgehalten hatten mussten identifiziert, ausgemessen und erforderlichenfalls dekontaminiert werden. Auch Personen, die sich an diesen Orten mit teils internationalem Publikumsverkehr in der Folge ebenfalls aufgehalten hatten, mussten als potentiell gefährdet gelten. Unter den dabei Betroffenen (z. B. Hotelgäste, Bargäste) befanden sich auch Deutsche. Die Ermittlungen zogen immer weitere Kreise. Dabei verdichteten sich auch Hinweise, dass das Polonium von Moskau nach London transportiert worden sein könnte.

Am achtundzwanzigsten November wurde denn auch die Fluglinie British Airways von der Regie-

rung in Kenntnis gesetzt, dass drei ihrer Flugzeuge kontaminiert sein könnten. Die betroffenen Flugzeuge wurden sofort nach London zurückbeordert, um dort von den Behörden näher unter-

sucht zu werden. Es war davon auszugehen, dass die mögliche Kontamination bereits am 25.10.2006 geschehen sei. Seitdem hatten diese Flugzeuge 221 Flüge durchgeführt. Etwa 33.000

*Tabelle 3-5: Chronologie von Ereignissen und Maßnahmen im „Fall Litwinenko“*

Datum	Ereignis
28.10.2006-1.11.2006	Ein Russe, mit dem sich A. Litwinenko am 1.11. trifft, hält sich in Hamburg auf.
1.11.2006	A. Litwinenko traf sich mit zwei Russen in der Pine Bar des Millenium-Hotels in London Später Treffen mit einem Italiener in der Itsu-Sushi-Bar eines Hotels. Angenommenes Datum der Vergiftung
3.11.2006	Einlieferung in das Krankenhaus
22.11.2006	HPA wurde über die Möglichkeit einer $^{210}\text{Po}$ -Vergiftung informiert
22.11.2006	HPA: Ein Team von Strahlenschutzspezialisten wird versammelt. Es erfolgt ein erstes Strahlenschutzassessment
22.11.2006	HPA: Erste Pressekonferenz. In der Folge regelmäßige Pressemitteilungen und Updates auf der HPA-Webseite.
23.11.2006	Wurde das Krankenhauspersonal exponiert ?
23.11.2006	$^{210}\text{Po}$ im Körper von Litwinenko bestätigt
23.11.2006	Litwinenko stirbt
24.11.2006	Pine Bar, Sushibar wegen Kontamination für die Öffentlichkeit zunächst geschlossen
24.11.2006	Voller HPA Notfalleinsatz (emergency response) angelaufen
24.11.2006	HPA: Urinsammelungsprogramm zum Bioassay Betroffener gestartet
26.11.2006	Die ersten Proben treffen im HPA-Labor ein
28.11.2006	Es besteht der Verdacht, dass drei britische Flugzeuge kontaminiert sein könnten
29.11.2006	Das Forschungszentrum Jülich bereitet sich auf die Messung von Urinproben besorgter Passagiere vor. Die Sammlung von Nulleffektproben wird veranlasst.
30.11.2006	FZJ: In Koordination mit dem Regionalen Strahlenschutzzentrum beginnt die telefonische Beratung von Ärzten und Betroffenen durch beide Einrichtungen. Presseanfragen. Interview des WDR mit Geschäftsbereichsleiter Dr. Lennartz.
1.12.2006	FZJ: Erste Urinproben treffen ein.
3.12.2006	Entwarnung: keine Gefährdung für Flugzeugpassagiere
6.12.2006	Poloniumspuren in der britischen Botschaft in Moskau
8.12.2006	Vorsorgliche Unterstützungsanfrage des HPA bei internationalen Laboratorien . FZJ bietet Hilfe an.
8.12.2006	Kontaminationsverdacht in Hamburg. Die Zentrale Unterstützungsgruppe des Bundes (Bundesamt für Strahlenschutz) wird hinzugezogen.
9.12.2006	Leitstelle Inkorporationsüberwachung im BfS koordiniert die Analyse von Ausscheidungsproben aus Hamburg. Vier Inkorporationsmessstellen und ein Forschungsinstitut sind involviert.
10.12.2006	In Köln untersuchte Germanwings-Maschine kontaminationsfrei
12.12.2006	FZJ in der Pressemitteilung des HPA erwähnt
17.12.2006	FZJ: erste Analyseanfrage einer ausländischen Gesundheitsbehörde
Januar 2007	Laborvergleiche HPA-FZJ
27.3.2007	HPA: Conference on Public Health Response to Polonium-210
27.3.2007	Ende der Presse-Updates auf der Webseite der HPA

Passagiere waren betroffen. Zu den angeflogenen Destinationen gehörten auch die deutschen Städte Düsseldorf und Frankfurt. Die Fluggesellschaft richtete unverzüglich eine Hotline ein, an die sich die Passagiere um Rat wenden konnten. Bis zum 3. Dezember waren alle drei Flugzeuge gründlich untersucht und für die weitere Nutzung freigegeben. Eine Gesundheitsgefährdung für die Passagiere konnte nicht bestätigt werden.

Nur wenige Tage später war Deutschland wieder betroffen. Eine Person, die in den Fall Litwinenko verwickelt war, hatte sich offensichtlich in einer Wohnung in Hamburg aufgehalten und war von dort am 1.11.2006 nach London gereist. Dies wurde am 8. Dezember bekannt. Das betroffene Flugzeug der Gesellschaft Germanwings wurde sofort aus dem laufenden Flugbetrieb genommen und dem Bundesamt für Strahlenschutz für weitere Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Dabei wurden keinerlei Spuren von  $^{210}\text{Po}$  festgestellt. In besagter Wohnung allerdings wurden sehr wohl  $^{210}\text{Po}$ -Kontaminationen gefunden und die Messungen auf die unmittelbare Umgebung ausgeweitet. Koordiniert durch das Bundesamt für Strahlenschutz wurden in der Konsequenz auch Personen auf eine mögliche Inkorporation getestet. Eine erste Bewertung der Ergebnisse ergab auch hier keine Gesundheitsgefährdung für Einsatzpersonal, Anwohner und Kontaktpersonen.

Bis zum März 2007 hatten in Großbritannien Tausende die Telefonberatung des HPA in Anspruch genommen. Bei vielen konnte dabei eine Gefährdung sofort ausgeschlossen werden. Den potentiell Gefährdeten wurde eine Urinanalyse angeboten. Weit über 700 Personen nahmen dieses Angebot wahr. Ein spezieller Service kümmerte sich um Betroffene im Ausland. Über 600 Personen wurden identifiziert und deren nationale Gesundheitsbehörden in 52 Ländern und Territorien unter Wahrung von Datenschutzaspekten zwecks weiterer Fürsorge kontaktiert. Von der ersten Pressekonferenz an hat die HPA auf ihrer Internetseite vorbildlich in Form von Pressemitteilungen, regelmäßigen Updates und begleitenden über den aktuellen Stand informiert, wenn auch das ein oder andere für die Fachwelt interessante Detail als Bestandteil der laufenden kriminalistischen Ermittlungen nicht publiziert werden konnte.

### **Jülich und andere deutsche Messstellen werden aktiv**

Nach den ersten Nachrichten über eine mögliche Kontamination britischer Flugzeuge begannen im

Forschungszentrum Jülich und anderen deutschen Messstellen unverzüglich Vorbereitungen zur Untersuchung der eventuellen Inkorporation Betroffener. Dies geschah zunächst unabhängig voneinander, doch wurde dann schnell auch der Kontakt im Netzwerk hergestellt. Absprachen mit staatlichen Stellen und Regionalen Strahlenschutzzentren folgten. Schnellanalysen würden nur erfolgen, wenn die Nachfrage die Kapazitäten der Laboratorien überschreiten sollte, ansonsten würde das normale Protokoll der Inkorporationsüberwachung eingehalten werden.

Jülich gehörte zu den wenigen Messstellen, die bereits über ein etabliertes Messverfahren verfügten. Weitere Laboratorien führten, teils von Jülich unterstützt, innerhalb kürzester Frist ein Verfahren ein. Neben dem Forschungszentrum Jülich waren schließlich die Inkorporationsmessstellen im VKTA Rossendorf, im Forschungszentrum Karlsruhe und in der Landesanstalt für Arbeitsschutz in Düsseldorf, sowie als wissenschaftliches Strahlenschutzforschungsinstitut die GSF in München mit Inkorporationsmessungen von Polonium-210 befasst. Bei noch größerem Probenanfall hätten sich recht kurzfristig auch weitere Messstellen (z.B. Kulmbach) an den Untersuchungen beteiligen können.

Enges Zusammenwirken der Inkorporationsmessstelle mit dem lokalen Regionalen Strahlenschutzzentrum stellte die Beratung von Betroffenen, Ärzten und Gesundheitsämtern rund um die Uhr und auch am Wochenende sicher. Von einer ersten Gefährdungseinschätzung her war klar, dass kein Anlass zu übermäßiger Besorgnis bestand und vor der Veranlassung von Überwachungen die Ergebnisse der Messungen in den britischen Flugzeugen abgewartet werden könnte. In der Tat ließen die Anfragen schlagartig nach, als von dieser Seite Entwarnung gegeben werden konnte. Analyseaufträge kamen denn auch in einem gemessen an der Zahl von ca. 3000 potentiell Betroffenen eher geringen Umfang. Dabei handelte es sich neben einzelnen Mitarbeitern des FZJ um Probanden, die einfach auf Nummer sicher gehen wollten und Firmen, die es als Teil ihrer Fürsorge gegenüber Beschäftigten ansahen, in dieser Situation eine Untersuchung anzubieten.

Über die Flugzeugpassagiere hinaus wurden in der Folge auch Ausscheidungsproben von Personen untersucht, die von den Vorfällen in London (z.B. Barbesucher, Hotelgäste) oder Hamburg direkter betroffen waren. Das FZJ reagierte positiv

auf eine Anfrage des HPA nach internationaler Unterstützung. Letztlich ergaben sich aus diesem Kontakt zusätzliche Analyseaufträge ausländischer Gesundheitsbehörden von Staaten aus dem Nahen Osten.

### Polonium-210: Eigenschaften, zivilisatorische Verwendung, natürliches Vorkommen

Doch was ist nun dieses Polonium-210? Das Element Polonium ( $Z=84$ ) verhält sich chemisch ähnlich wie Wismut oder Tellur. Es gibt kein stabiles Isotop dieses Elementes, doch kommen einige Isotope als Teil der natürlichen Th- und U-Zerfallsketten vor. Das wichtigste davon ist das Polonium-210. Es ist ein Alphastrahler, in dessen Zerfall so gut wie keine Gammastrahlung auftritt. Tochternuklid ist ein stabiles Bleiisotop. Einige Stoffeigenschaften sind in Tabelle 3-6 angegeben.

Tabelle 3-6: Fakten zu Polonium-210

Isotop Po-210	
Halbwertszeit	138 Tage
Zerfallseigenschaften	Alphazerfall (Tochternuklid Pb-206)
Spezifische Aktivität	$1,7 \cdot 10^{14}$ Bq/g
Aktivität einer Menge von 1 Mikrogramm	167 MBq
Gewicht bei einer Aktivität von 1 MBq	6 ng
Polonium-210 Gehalt von Pechblende	Einige ng pro kg
Spezifische Wärmeleistung	140 Watt pro Gramm
Biologische Halbwertszeit (Inkorporation)	ca. 50 Tage Nieren 32 Tage, Lunge 67 Tage
Kritische Organe (Inkorporation)	Leber, Nieren, Knochenmark, Milz

Die hohe spezifische Alpha-Aktivität wurde in der Vergangenheit bei Atomwaffen ausgenutzt um im Gemisch mit Beryllium Neutronen zu erzeugen (Triggermaterial zur Zündung). Heutzutage wird Polonium-210 einerseits zum Eliminieren statischer Aufladungen in Antistatikpinseln oder Antistatikelektroden, z.B. in der Photoindustrie, eingesetzt; findet aufgrund der hohen spezifischen Wärmeleistung andererseits aber auch in thermoelektrischen Zellen für die Raumfahrt Verwendung. Gegenwärtig werden schätzungsweise 100 g Polonium-210 im Jahr hergestellt. Der prak-

tikabelste Weg ist die Bestrahlung von Wismut im thermischen Neutronenfluss in Kernreaktoren, kann aber prinzipiell auch aus dem Kühlmittel von mit einem Blei-Wismut-Gemisch gekühlten Reaktoren (russische Atom-U-Boote) gewonnen werden.

Als Kettenglied der Uran-238-Zerfallsreihe ist Polonium-210 in der Umwelt vorhanden und wird über Nahrungsmittel (z. B. Fisch), Trinkwasser und durch Tabakkonsum auch in den menschlichen Körper aufgenommen. Als Tochterprodukt von Radon-222 kommt es in der Atemluft vor. Es gibt also einen natürlichen Körpergehalt dieses Isotops und es ist in menschlichen Ausscheidungen nachweisbar. Das HPA geht (wohl für die Verhältnisse in Großbritannien) von einem Normbereich von 5 - 15 mBq/Tagesurin aus. Eine Studie des VKTA Rossendorf ergab für nicht exponierte Personen einen Schwankungsbereich von 1 - 170 mBq/d, wobei die niedrigen Werte überwiegen, was sich auch in einem Medianwert von lediglich 3,5 mBq/d niederschlägt. Für Raucher ist dieser Wert etwas erhöht und der Median liegt bei 6,6 mBq/d. Prinzipiell kann die Po-Inkorporation lokal variieren. Für den Jülicher Raum wurde daher an Hand von 12 Vergleichspersonen (davon 1/3 Raucher) der Schwankungsbereich für die natürliche Ausscheidung mit dem Ergebnis 1 bis 10 mBq/d verifiziert.

Inhalieretes Polonium führt wegen der Retention in der Lunge zu einer höheren Dosisbelastung als bei Ingestion. Einmal in den systemischen Kreislauf aufgenommen, verteilt sich Polonium schnell in die kritischen Organe (Tab. 2), in denen etwas mehr Aktivität deponiert wird als im Restkörper. Eine etwas umfassendere Darstellung von Biokinetik und Dosisberechnung findet sich z.B. bei U. Oeh et al. (2007).

### Nachweis von Polonium-210 im Menschen

Aufgrund der extrem geringen Gammaaktivität im  $^{210}\text{Po}$ -Zerfall ist die Nachweisgrenze von Ganzkörperzählern sehr hoch (typisch etwa 1 MBq) und das  $^{210}\text{Po}$  erst bei inkorporierten Aktivitäten messbar, die bereits recht hohen Körperdosen entsprechen. Fluorometrische Verfahren würden zur Schnellanalyse dann eingesetzt, wenn es darum ginge zu entscheiden, wer unmittelbar ärztlicher Behandlung bedarf. Das beste Nachweisverfahren ist jedoch die alphaspektrometrische Untersuchung von Ausscheidungsproben. Die höchste Verfahrenssensitivität wird bei Untersuchungen von Stuhlproben erreicht. Doch ist die Variabilität

von 24h-Proben sehr stark, was zu großen Unsicherheiten führt. Auch ist die Aufarbeitung vergleichsweise komplex und kein Proband mag es sonderlich Stuhlproben zu sammeln. Urinproben bereiten weniger praktische Probleme bei der Handhabung im Labor, sind leicht zu sammeln und ermöglichen durch die geringere Variabilität eine zuverlässigere Dosismessung. Von daher ist die Ausscheidungsanalyse von Urin die Methode der Wahl.

Während einige Laboratorien (wie Jülich) bereits über eingeführte Verfahren zur Ausscheidungsanalyse von  $^{210}\text{Po}$  verfügten, passten andere ihre Verfahren für Umweltproben an (so das HPA). Eingesetzte Verfahren unterscheiden sich vor allem in der Probenaufarbeitung. Es gibt Verfahren die Resine zur Abtrennung des Poloniums verwenden, andere Verfahren hingegen beinhalten eine komplexere Aufbereitung mit chemischen Trennungsschritten. Auch sind (wie in Jülich) Verfahren gebräuchlich, bei denen das Polonium im angesäuerten Urin direkt auf Silber- oder Nickelplättchen abgeschieden wird, die dann für die alphaspektrometrische Messung unmittelbar einsetzbar sind. Ergebnisse liegen in der Regel nach 2-3 Tagen vor. Das Isotop  $^{208}\text{Po}$  wird als Tracer zugesetzt, um die chemische Ausbeute zu bestimmen.

Tabelle 3-7: Ergebnisse aus dem Interlaborvergleich

	Probe 1 (alt)	Probe 2 (frisch)
HPA	0,198(22) Bq/l	0,224(30) Bq/l
Drittlabor UK	0,220(80) Bq/l	nicht analysiert
FZJ	0,150(8) Bq/l	0,195(11) Bq/l

Die HPA hat zur Qualitätssicherung und Validierung ihrer Ergebnisse Proben mit anderen Laboratorien in Großbritannien und im Ausland ausgetauscht. Prinzipiell waren alle Einzelergebnisse des Ringversuches unter Berücksichtigung der Randbedingungen (Proben nicht säurestabilisiert, unterschiedliches Probenalter, unterschiedliche Messverfahren etc.) in guter und zufriedenstellender Übereinstimmung. Das FZJ hat diese Initiative des HPA durch seine zweimalige Teilnahme an den Interlaborvergleichen unterstützt. Die Ergebnisse der beiden in Jülich untersuchten Vergleichsproben (Rückstellproben von Originalurinen) sind in Tabelle 3 mit den Analyseergebnissen anderer Laboratorien angegeben. Probe 1 war ein

Alturin, der schon einige Wochen bei HPA gestanden hatte, Probe 2 war frisch und wurde unmittelbar nach der eigenen Analyse des HPA nach Deutschland gesandt.

### Ergebnisse und Bewertung durchgeführter Überwachungen

Insgesamt wurden bis zum Frühjahr 2007 in Jülich Urinproben von 80 Personen auf  $^{210}\text{Po}$  untersucht. In dieser Zahl sind die Nulleffektproben von Vergleichspersonen und die beiden Proben aus dem Interlaboratoriumsvergleich mit der HPA in London nicht enthalten. Zur Bewertung der beobachteten Ausscheidungsrate wurde der Vergleich mit dem Normbereich der natürlichen Ausscheidung herangezogen. Die Ergebnisse, insbesondere auch für die deutschen Probanden, lagen generell in diesem Bereich (Normbereich). Bei diesen niedrigen Messwerten waren grundsätzlich auch keine darüber hinausgehenden Betrachtungen, wie Dosisberechnungen, notwendig. In Einzelfällen bei Auftragsanalysen für ausländische Auftraggeber festgestellte geringfügig erhöhte Werte wurden in Zusammenarbeit von Auftraggeber und der britischen Gesundheitsbehörde HPA bewertet.

Das Bewertungssystem der HPA teilt die Messergebnisse in mehrere Klassen ein. Klasse 1 beinhaltet alle Messungen, bei denen der Messwert eine Schwelle von 30 mBq/24h nicht überschreitet. Diese Schwelle wurde aufgrund der Verteilung natürlicher Ausscheidungsrate so gesetzt. In der Praxis entspricht das Dosisniveau von 0,3 mSv - falls die Überwachung 30 Tage nach Aufnahme in den Körper erfolgt - und von 1 mSv bei 100 Tagen nach Aufnahme in den Körper. Klasse 2 beinhaltet Ergebnisse, die nicht mehr Klasse 1 zuzuordnen sind, aber zu einer effektiven Dosis von weniger als 1 mSv führten. Klasse 3a beinhaltet dann Personen mit einer Folgedosis von 1 mSv bis 6 mSv. Klasse 3b bildet die Personen mit einer Folgedosis von mehr als 6 mSv, aber keiner kurzfristigen Gesundheitsgefährdung. Eine darüber hinausgehende Klassifizierung zu noch höheren Aktivitäten hin erwies sich als in der Praxis nicht notwendig.

Mit Stand vom 27.3.2007 waren in Großbritannien Urinproben von 738 Personen untersucht worden. Davon waren 601 Ergebnisse der Klasse 1 zuzuordnen. Es ist unwahrscheinlich, dass irgendeine dieser Personen mit  $^{210}\text{Po}$ -Kontaminationen in Berührung kam. 85 Personen hatten Resultate in Klasse 2 und 35 Personen in Klasse 3a. Diese Per-



sonen könnten mit  $^{210}\text{Po}$  in Kontakt gewesen sein. Eine Gesundheitsgefährdung besteht nicht. Lediglich 17 Personen hatten eine Inkorporation mit einer Folgedosis von mehr als 6 mSv (Klasse 3b). In keinem dieser Fälle war die Inkorporation hoch genug um eine kurzfristige Gesundheitsgefährdung darzustellen. Auch das Langzeitrisiko ist für diese Personengruppe vermutlich sehr klein.

Soweit für ausländische Staatsbürger die Messergebnisse bis dahin von den zuständigen nationalen Gesundheitsbehörden an die HPA zurückübermittelt worden sind, war die Folgedosis in der Regel kleiner als 1 mSv (Klassen 1 und 2). Lediglich drei Personen waren der Klasse 3a zuzuordnen (kleiner 6 mSv, keine Gesundheitsgefährdung).

### **Fazit**

Ein Mordanschlag mit Polonium-210 mit Kontaminationen öffentlich zugänglicher Plätze war so nicht gerade in Szenarien radiologischer Gefahrenabwehr vorgesehen. Die britische Notfallschutzorganisation hat diese Situation mit hoher Kompetenz bewältigt. Der Fall zeigt, dass solche vordergründig lokale Ereignisse durch die Mobilität der modernen Welt schnell eine internationale Dimension erreichen können. In Deutschland hat sich die Zusammenarbeit der Inkorporationsmessstellen in Notfallsituationen in Form eines sich selbst organisierenden Netzwerkes bewährt und die flexible Einbindung anderer Stellen, wie Regionalen Strahlenschutzzentren ermöglicht. Der Leitstelle für Inkorporationsmessungen kommt dabei als staatliche Stelle eine wichtige Rolle zu. Es hat sich auch gezeigt, dass im Bedarfsfall zügig internationale Unterstützung abrufbar ist. Auch hier bewährten sich vorhandene fachliche Netzwerke. Das Forschungszentrum Jülich war in der Lage auf die wahrgenommene Gefährdungslage schnell und effektiv zu reagieren und wurde auch international als kompetenter Ansprechpartner wahrgenommen.

### **Quellen:**

- 1). Derek Hammond (HPA), private communication, Juni 2007
- 2). Pressemitteilungen und Dokumente der HPA (im Internet : [www.hpa.org.uk](http://www.hpa.org.uk))
- 3). A. Dalheimer et al., Der Hamburger Poloniumfall aus Sicht der Inkorporations-Überwachung, in: Seminarband 5. Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz ,Vorkehrungen und Maßnahmen bei radio-

logischen Ereignissen', Augsburg 25-27. April 2007 (Hrg.: A. Bayer, H. Faleschini, S. Krüger, S. Strobl), FS-07-142-AKN, Fachverband für Strahlenschutz e.V. Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz (ISSN 1013-4056), Köln 2007, S. 82-88

4). U. Oeh et al., Hintergrundinformationen zu Polonium-210 und Betrachtungen zur Biokinetik und internen Dosimetrie auf dem Hintergrund des Falls Litwinenko, in: Seminarband 5. Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz, Vorkehrungen und Maßnahmen bei radiologischen Ereignissen, Augsburg 25-27. April 2007 (Hrg.: A. Bayer, H. Faleschini, S. Krüger, S. Strobl), FS-07-142-AKN, Fachverband für Strahlenschutz e.V. Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz (ISSN 1013-4056), Köln 2007, S. 70-81

5). Jahresbericht Strahlenschutz 2006 des VKTA Rossendorf e.V. und des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf e.V. (Redaktion: Peter Sahre), VKTA-85, März 2007

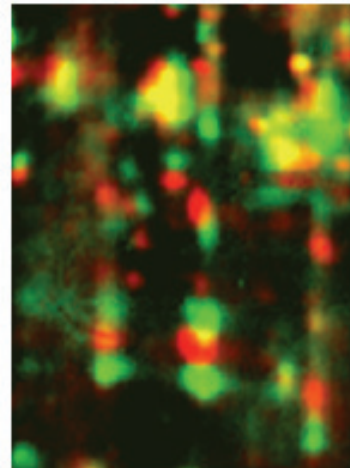
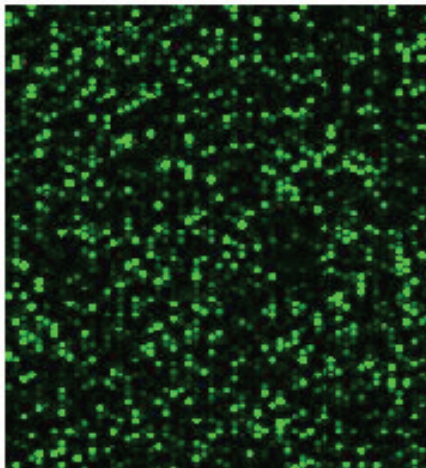
### 3.3.8 Frühzeitige Reaktionen lymphozytärer Proteine nach $\gamma$ -Bestrahlung – Modell für Biodosimetrie

*Turtoi, A., Schneeweiß, F.*

Die Beurteilung von strahleninduzierten Schäden im menschlichen Körper und der daraus resultierenden medizinisch-therapeutischen Konsequenzen setzen eine möglichst genaue Kenntnis der erhaltenen radioaktiven Strahlendosis voraus.

pressionsmessmethoden (DNA-Microarray, RT-qPCR) zum Einsatz.

Die Untersuchungen lymphozytärer Proteine ergaben elf Biomarker die sensitive Veränderungen im Bereich von 1 bis 4 Gy aufwiesen. Es wurden Modifikationen der Strukturproteine (z.B. Actin, Talin, Zyxin) sowie Proteine, die sich an Apoptose, Signalübertragung und Immunreaktionen (z.B. Interleukine) beteiligen, detektiert. Die Genexpressionsuntersuchungen (Abbildung 3-18) bekräftigten diese Erkenntnisse und ergaben zusätzliche



*Abbildung 3-18: Vom Gen zum Protein: Ein Genexpressionsmuster (links) menschlicher Lymphozyten nach  $\gamma$ -Bestrahlung und ein Proteinexpressionsmuster (rechts) – jeder Punkt repräsentiert einen Gen bzw. ein Protein. Die Intensität der Signale ändert sich mit steigender  $\gamma$ -Dosis und gibt eine Auskunft über die Menge erhaltener Strahlung.*

Die bislang benutzten Bestimmungsmethoden umfassen die zeitaufwendige Analyse von somatischen Veränderungen und genetischen Mutationen, unabhängig von der individuellen Strahlenempfindlichkeit. Das ergibt für das einzelne Individuum eine relativ ungenaue Aussage, da der erforderliche Bezug zum Normalfall nur auf einem Mittelwert beruht, der aus möglichst vielen Einzelwerten unterschiedlicher Individuen resultiert.

Aus diesem Grund wurden Untersuchungen durchgeführt, die eine Möglichkeit darstellen, die aufgenommene Strahlenenergie im Kontaminationsfall durch Vergleich mit individuell gespeicherten Referenzwerten, bestehend aus einem Null- und drei Bestrahlungswerten (*ex vivo*), zu bestimmen. Dabei werden die in den Lymphozyten enthaltenen strahlenempfindlichen Proteine und Gene auf ihre strahleninduzierten Konzentrationsveränderungen relativ zu denen der Kontrollen untersucht. Dafür kamen verschiedene Proteintrenn- (2D-PAGE, Nano-HPLC-MS) und Genex-

Hinweise auf mögliche frühzeitige Reaktionen der p53- und NF- $\kappa$ B-Signalwege nach  $\gamma$ -Bestrahlung. Über 14 Gene wurden als geeignete Biomarker in 6 menschlichen Probanden bestätigt. Diese Protein- und Genmarker bilden ein individuelles Muster, das als Grundlage für den Aufbau eines geeigneten Biodosimeters relevant ist.

## 4 BIBLIOGRAPHIE UND LEHRTÄTIGKEITEN

Die Bibliographie umfasst die fachlichen Veröffentlichungen des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz bzw. seiner Mitarbeiter. Neben den im *„Wissenschaftlichen Ergebnisbericht 2006 der Forschungszentrum Jülich GmbH“* aufgeführten wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Vorträgen und zu Tagungen eingereichten Beiträgen werden auch die von den einzelnen Arbeitsteams erstellten relevanten Berichte zitiert. Dabei sind Koautoren aus anderen Institutionen oder aus anderen Bereichen des Forschungszentrums mit einem \* gekennzeichnet.

In den Kapiteln 4.5 und 4.6 wird eine Übersicht über die Mitwirkung von Mitarbeitern in externen bzw. Forschungszentrums-internen Kommissionen, Ausschüssen und Arbeitskreisen sowie über Lehrtätigkeiten gegeben. Die Lehrtätigkeiten innerhalb aber auch außerhalb des Forschungszentrums an Hochschulen, Fachhochschulen und Weiterbildungsinstitutionen stellen einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Kompetenz und zur Förderung der Ausbildung im Strahlenschutz und in der Strahlenforschung dar.

### 4.1 Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Edel, S.\*; Terrissol, M.\*; Peudon, A.\*; Kümmerle, E.; Pomplun, E.:

Computer simulation of strand break yields in plasmid pBR322: DNA damage following  $^{125}\text{I}$  decay. Radiation Protection Dosimetry 2006, doi:10.1093/rpd/ncl453

Hill, P.; Schläger, M.; Vogel, V.; Hille, R.; Nesterenko, A. V.\*; Nesterenko, V. B.\*:

On the reduction of internal radiation doses from ingestion of Cs-137 in areas contaminated by the Chernobyl accident. Proceedings of the 2nd European IRPA Conference May 15.-20., 2006, Paris, France. - 2006. - CD-ROM

Pomplun, E., Terrissol, M.\*, Kümmerle, E.: Estimation of a radiation weighting factor for  $^{99}\text{Tc}$ . Radiation Protection Dosimetry 2006, doi:10.1093/rpd/ncl405

Turtoi, A., Srivastava, A.\*, Sharan, R.N.\*, Os-kamp, D., Hille, R., Schneeweiss, F.H.A.: Early response of lymphocyte proteins after  $\gamma$ -radiation. International Conference on Application of Radiotracers in Chemical, Environmental and Biological Sciences, Kolkata, India (2006): ISSN 0973-256X, Vol. 2, pp 262-264

Turtoi, A., Schneeweiss, F.H.A.:

Frühzeitige Reaktionen lymphozytärer Proteine nach  $\gamma$ -Bestrahlung, Experimentelle Strahlentherapie und Klinische Strahlenbiologie 15, 103-107 (2006)

Weise, K.\*, Hübel, K.\*, Rose, E.\*, Schläger, M., Schrammel, D.\*, Täschner, M.\*, Michel, R.\*: Bayesian decision threshold, detection limit and confidence limits in ionising-radiation measurement, Radiat. Prot. Dosim. 121 (2006), 52 – 63

### 4.2 Vorträge

Bongardt, K.\*, Chiriki, S.\*, Fachinger, J.\*, Herbst, M.\*, Heuel-Fabianek, B., Moormann, R.\*, Nabbi, R.\*, Prolingheuer, N.\*, Schaal, H.\*, Schlögl, B.\*, Verfondern, K.\*:

EURISOL WP 5: Safety and Radioprotection & SAFERIB - Progress since June '06. EURISOL-WP5/SAFERIB Meeting Munich, 12.-13.10.2006

Burow, M., Ostapczuk, P., Flucht, R., Hille, R.: Determination of  $^{241}\text{Am}$  in fecal ashes by quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry. Winter-Plasma Conference, Tucson, USA: Januar 2006

Burow, M., Ostapczuk, P., Flucht, R., Hille, R.: Bestimmung von langlebigen Radionukliden im Spuren- und Ultraspurenbereich in Urin mittels APEX-ICP-QMS. ICP-MS Anwendertreffen, Mainz: April 2006

Dederichs, H., Lennartz, R., Pillath, J., Hille, R.: Verification of a model for prediction of "effective" soil contamination. International Conference "20 Years after Chernobyl Strategy for Recovery and sustainable Development of the affected Regions", Minsk/Gomel, Weißrussland, April 2006

Hill, P.; Froning, M.:

Qualitätsmanagement in amtlichen Inkorporations- und Personendosismessstellen. Physikalische Strahlenschutzkontrolle: 5. Expertentreffen Strahlenschutz, Bad Aibling: 08.03. - 10.03.2006

Hille, R.:

20 Jahre Strahlenschutz. Tschernobyl - Erfahrungen und Ergebnisse : TÜV-Akademie, Augsburg: 28.06.2006

Hille, R.:

Tschernobylfolgen in Weißrussland - Maßnahmen und Defizite. Umweltausschuss des Deutschen Bundestages, Berlin: 05.04.2006

Hille, R.; Hill, P.; Dederichs, H.:

Langzeitmessungen im Brjansk-Gomelgebiet. FS/GAST '20 Jahre Tschernobyl': Deutsche Physikalische Gesellschaft, Heidelberg: 15./16.03.2006

Kümmerle, E., Möllmann-Coers, M., Pomplun, E., Hille, R.:

Schnelles Online-System zur Prognose der Umgebungsbelastung im Störfall. 13. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität, Schwerpunktthema "Überwachung im Ereignisfall", BMU, Bonn, 4.-6. April 2006

Pomplun, E.; Terrissol, M.\*:

Energy depositions and DNA strand breaks to assess radiation weighting factors for Auger electron emitting nuclides. Second European IRPA Congress on Radiation Protection, Paris: 15. - 19.05.2006

Prolingheuer, N.\*, Schlögl, B.\*, Herbst, M.\*, Heuel-Fabianek, B.\*, Moormann, R.\*, Nabbi, R.\*:

Estimation of radionuclide transport in groundwater at potential accelerator sites. EURISOL-WP5/SAFERIB Meeting Munich, 12.-13.10.2006

Schneeweiss, F.H.A., Turtoi, A., Oskamp, D.:

The Radiotoxic Effects of  $^{123}\text{I}$  and  $^{125}\text{I}$  after Incorporation into the DNA of Human Kidney T1-Cells. International Conference on Application of Radiotracers in Chemical, Environmental and Biological Sciences (ARCEBS06), Kolkata, India, 23 - 27 January 2006

Sinha, V.; Schläger, M.; Hill, P.:

Development of calibration phantoms representative for newborns and small children. "Internal Dosimetry of Radionuclides - Occupational, Public and Medical Exposure": Workshop, Montpellier: 02. - 05.10.2006

Terrissol, M.\*, Peudon, A.\*, Edel, S.\*, Pomplun, E.: Evaluation de Facteur de Pondération pour les émetteurs Auger ( $w_R$ ), à partir du calcul des cassures induites dans l'AND. XXIII èmes Journées Scientifiques des Laboratoires Associés de Radio-physique et de Dosimétrie (LARD 2006), Prag, Tschechische Republik, 19./20. Oktober 2006

Turtoi, A., Srivastava, A.\*, Sharan, R.N.\*, Oskamp, D., Hille, R., Schneeweiss, F.H.A.:

Early response of lymphocyte proteins after  $\gamma$ -radiation, International Conference on Application of Radiotracers in Chemical, Environmental and Biological Sciences (ARCEBS06), Kolkata, India, 23 - 27 January 2006.

Turtoi, A., Schneeweiss, F.H.A.:

Frühzeitige Reaktionen lymphozytärer Proteine nach  $\gamma$ -Bestrahlung. Experimentelle Strahlentherapie und Klinische Strahlenbiologie 15, Dresden, 2.- 4. März 2006

Uray, I.\*, Pillath, J.:

New Possibilities in the TL Dosimetry. XXXI. Annual Meeting on Radiation Protection, May 9 - 11, 2006, Keszthely, Hungary/Ungarn

### 4.3 Poster

Graf, A.; Herbst, M.; Weihermüller, L.; Huisman, S.; Knaps, A.; Möllmann-Coers, M.; Geiß, H.; Bauer, J.; Racher, U.; Pütz, Th.; Vereecken, H.: Ein Versuchsstandort für wasser-, energie- und kohlenstoffhaushaltsbezogene Messverfahren auf der Feldskala. Arbeitskreis Klima, Passau, 10.10.2006

Koppmann, R.; Knaps, A.; Möllmann-Coers, M.; Schaub, A.; Wildt, J.; Dlugi, R.\*; Zelger, M.\*; Meixner, F. X.\*; Kortner, M.\*; Neftel, A.\*; Spirig, C.\*

Exchange processes of biogenic trace gases between a forest and the atmosphere. 1st ILEAPS Science Conference, Boulder, Colo.: 21.01.2006 - 26.01.2006

Kümmerle, E.; Möllmann-Coers, M.; Pomplun, E.; Hille, R.:

Schnelles Online-System zur Prognose der Umgebungsbelastung im Störfall. 13. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität, Bonn: 04.04.2006 - 06.04.2006

Pivovarov, S.\*; Rhukin, A.\*; Seredavina, T.\*; Sushkova, N.\*; Hill, P.; Peterson, L.\*:

Exposure Subpopulations and Characteristics of the Individual Dose Distribution Among Inhabi-

tants of the Semipalatinsk Region. BiodosEPR-2006: "2nd International Conference on Biodosimetry and 7th International Symposium on EPR Dosimetry and Applications", Bethesda: 10. - 13.07.2006

Schlagbauer, M.; Schläger, M.; Fischer, H.\*; Hill, P.; Kindl, P.\*: Comparison of two whole-body counters by means of Monte Carlo simulation. "Internal Dosimetry of Radionuclides - Occupational, Public and Medical Exposure": Workshop, Montpellier: 02. - 05.10.2006

Terrissol, M.\*; Peudon, A.\*; Edel, S.\*; Pomplun, E.: Evaluation de Facteur de Pondération pour les émetteurs Auger (WR), à partir du calcul des cassures induites dans l'AND. XXIII èmes Journées Scientifiques des Laboratoires Associés de Radiophysique et de Dosimétrie (LARD 2006). Prague, République Tchèque: 19. - 20.10.2006

#### 4.4 Berichte

Bongardt, K.\* Herbst, M.\*, Heuel-Fabianek, B., Moormann, R.\*, Nabbi, R.\*, Schaal, H.\*, Schlögl, B.\* (2006): Estimation of the soil activation around a proton accelerator Part I: Collection of ESS experience. Bericht zum EU-Projekt EURONS-SAFERIB

Froning, M.; Schläger, M.; Hill, P. (2006): Inkorporationsmessstelle - Inkorporationsüberwachung:

- 4. Quartal 2005 GbS -Bericht Nr.0795, Februar 2006
- 1. Quartal 2006 GbS-Bericht Nr. 0799, Mai 2006
- 2. Quartal 2006 GbS-Bericht Nr. 0803, Juli 2006
- 3. Quartal 2006 GbS-Bericht Nr. 0806, November 2006

Heuel-Fabianek, B., Moormann, R.\* (2006): General legislation aspects of Eurisol. in: Licensing aspects for multi-MW spallation sources with an Hg-target - Comparison of different countries. Bericht "EURISOL DS/Task 5/TN-06-08"

Hille, R., (Hrsg.), Heuel-Fabianek, B. (Red.): Arbeitsbericht 2005. GbS-Bericht Nr. 0802, Juli 2006

Kümmerle, E., Opitz, T., Ostapczuk, P., Pomplun, E.: Umweltradioaktivität im Bereich des Forschungszentrums Jülich. 2006:

- 4. Quartal 2005, GbS-Bericht Nr. 0793

- 1. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0797
- 2. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0800
- 3. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0804

Möllmann-Coers, M., Knaps, A., Pomplun, E.: Radioaktive Emissionen und potentielle Strahlenexpositionen im Bereich des Forschungszentrums Jülich im Jahre 2005. GbS-Bericht Nr. 0796, 2006

Möllmann-Coers, M., Knaps, A., Pomplun, E.: Radioaktive Emissionen im Bereich des Forschungszentrums Jülich. (2006):

- 4. Quartal 2005, GbS-Bericht Nr. 0792
- 1. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0798
- 2. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0801
- 3. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0805

Moormann, R.\*, Berkvens, P.\*, Heuel-Fabianek, B., Matic, A.\*, Wright, P. N. M.\* (2006): Details on the legal framework for the radiological Eurisol licensing in different European countries. in: Licensing aspects for multi-MW spallation sources with an Hg-target Comparison of different countries. Bericht "EURISOL DS/Task 5/TN-06-08"

Pillath, J., Uray, I.:

Vergleichende Messungen an unterschiedlichen Thermolumineszenzmaterialien für die Dosimetrie in gemischten Strahlenfeldern. Berichte des Forschungszentrums Jülich; Jül-4216, Mai 2006

Pomplun, E., Opitz, T., Ostapczuk, P.: Umweltradioaktivität im Bereich des Forschungszentrums Jülich im Jahre 2005. GbS-Bericht Nr. 0794, 2006

Klimatische Bedingungen und Witterungsverlauf während der ECHO-Meßkampagnen 2002 und 2003. GbS-Bericht Nr. 0807, 2006

#### 4.5 Lehrtätigkeiten

##### 4.5.1 Lehrtätigkeiten innerhalb des Forschungszentrums

###### Strahlenschutz

Froning, M., Hermanns, M., Klein, P., Lennartz, R., Pomplun E., Schläger, M.:

Einführung in den Strahlenschutz (Vermittlung von Strahlenschutzkenntnissen an sonst tätige Personen)

### 4.5.2 Lehrtätigkeiten außerhalb des Forschungszentrums

#### **FH-Aachen, Abteilung Jülich, Zentrum für Weiterbildung (ZfW), Kursstätte für Strahlenschutz (Erwerb und Erhalt der Fachkunde nach RöV und StrlSchV)**

Froning, M.:

- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Natürliche und Zivilisatorische Strahlenexposition
- Biologische Strahlenwirkung und Risikobetrachtung
- Inkorporation
- Stör- und Unfälle

Lennartz, R.:

- Grundlagen und Grundprinzipien des Strahlenschutzes
- Gesetzliche Grundlagen einschl. Verpackung und Transport
- Empfehlungen, Richtlinien

Schläger, M.:

- Dosimetrie, Strahlenschutzmesstechnik

Schmitz, S.:

- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition
- Biologische Strahlenwirkung und Risikobetrachtung
- Stör- und Unfälle

Schulte, P.:

- Rechtliche Grundlagen
- Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten
- Spezielle Rechtsvorschriften; Regeln der Technik
- Röntengeräte und Störstrahler
- Strahlenschutztechnik, Strahlenschutzsicherheit
- Dichtheitsprüfung

#### **FH-Aachen, Abteilung Jülich, Studiengang "Master of Science in Nuclear Applications" (EMiNA)**

Pomplun, E.: Dosimetry of Incorporated Radionuclides

Schneeweiß, F.: Radiation Biology

### **Fachhochschule Köln**

Lennartz, R.: Strahlenschutz

#### **Berghof, Haus für Arbeitssicherheit, Schulungsheim der BG-FE, Bad Münstereifel**

Lennartz, R.: Dosimetrie und Strahlenschutzmesstechnik

Schmitz, S.: Naturwissenschaftliche Grundlagen und biologische Wirkung ionisierender Strahlen

#### **Haus der Technik (HdT), Essen**

Schulte, P.: Praktikum Ermittlung der Körperdosis und Messung der Personendosis

#### **Ärztammer Nordrhein, Düsseldorf**

Schulte, P.: Zivilisatorische Strahlenexposition des Menschen - natürliche Quellen/Kernenergieanlagen

#### **Universidad de Extremadura, Departamento de Química y Electroquímica, Badajoz, Spanien**

Ostapczuk, P.: Sampling and sample preparation

#### **Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Warszawa, Polen**

Ostapczuk, P.: Quality assurance in analytical laboratory

#### **Politechnika Wroclawska, Wydział Chemii, Wrocław, Polen**

Ostapczuk, P.: Trace elements determination in environmental samples

## 4.6 Ausschusstätigkeiten

### **4.6.1 Ausschusstätigkeiten innerhalb des Forschungszentrums**

#### **Institutsleitungsausschuss (ILA) des GB S**

Mitglieder: Dederichs, H., Frey, R., Geisse, C., Heuel-Fabianek, B., Hille, R. (bis Sept.), Lennartz, R., Maletta, R., Ostapczuk, P., Pomplun, E., Webb, L.

Gäste (regulär): Hill, P., Höbig, J. (als Vertreter der Nicht-WTMA), Kümmerle, E. (nach RO § 7 (3)), Marquardt, W. (als Vertreter der Nicht-WTMA), Möllmann-Coers, M. (nach RO § 7 (3))

#### **Sprecherversammlung der wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter des Forschungszentrums**

Kümmerle, E., Möllmann-Coers, M.

#### **4.6.2 Ausschusstätigkeiten außerhalb des Forschungszentrums**

##### **Deutsche Kommission Elektrotechnik (DKE)**

Schläger, M.: Arbeitskreis "Nachweis- und Erkennungsgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen" (GAK 967.2.1)

##### **DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) Fachbereich 7-Kerntechnik**

Ostapczuk, P.: NMP 720 "Radionuklidlaboratorien"

##### **DIN-Normenausschuss, Laborgeräte u. Laboreinrichtungen**

Webb, L.: Arbeitskreis Abzüge und Laborlufttechnik

##### **Fachverband für Strahlenschutz e.V. (FS)**

Froning, M.: Arbeitskreis "Inkorporationsüberwachung (AKI)" im AKI

Hill, P.: Arbeitskreis "Inkorporationsüberwachung (AKI)", Arbeitskreis "Externe Dosimetrie (AKD)", Redaktionskomitee StrahlenschutzPRAXIS

Kümmerle, E.: Arbeitskreis "Umweltüberwachung (AKU)"

Schläger, M.: Arbeitskreis "Erkennungs- und Nachweisgrenzen" (AK Sigma)

Schmitz, S.: Arbeitskreis „Strahlenbiologie/Strahlenwirkung (AKS)"

##### **Andere Gremien**

Frey, R.: Arbeitskreis der Sicherheitsbevollmächtigten für den Geheimschutz in der Wirtschaft Nordrhein-Westfalen

Frey, R.: Fachausschuss der Objektsicherungsbeauftragten an Deutschen Forschungsreaktoren (AFR)

Frey, R.: Prüfungsausschuss der Industrie- und Handelskammer Aachen für die "Fachkraft für Schutz und Sicherheit"

Hill, P.: Fachgremium der Leiter der amtlichen Personendosismessstellen

Hill, P.: Advisory and editorial board, 'Radioproteção'

Hill, P.: IAEA, Coordination Group 'On the Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan'

Küpper, A.: Fachausschuss für Objektsicherungsbeauftragte an Deutschen Forschungsreaktoren (AFR)

Möllmann-Coers, M.: AG „Prognostische mesoskalige nichthydrostatische Windfeldmodelle". Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN

Webb, L.: Arbeitskreis Arbeitsschutz und Gesundheit in der Helmholtz Gemeinschaft





## 5 GB S IN DEN MEDIEN

Die Tätigkeiten und Projekte des GB Sicherheit und Strahlenschutz und die Expertise der Mitarbeiter finden auch in den Medien ein Echo.

Nachfolgend dazu einige Berichte und Artikel:

<b>Titel</b>	<b>Medium / Datum</b>
<b><i>Gespensstisches Leben am Rande der Sperrzone</i></b>	<b>Aachener Zeitung, 25.04.2006</b>
<b><i>Strahlendes Erbe – Tschernobyl und seine Folgen</i></b>	<b>WDR-TV-Sendereihe „Quarks &amp; Co“, 11.04.2006</b>
<b><i>Die unsichtbare Gefahr</i></b>	<b>Wirtschaft und Wissen- schaft, Heft 2/2006, 14. Jahrgang</b>
<b><i>Untergrund im Welldorfer Weg strahlt radioaktiv</i></b>	<b>Jülicher Nachrichten, 05.12.2006</b>
<b><i>Polonium-Spuren in Düsseldorfer Flugzeugen entdeckt - "Es verbreitet sich fast wie ein Grippe-Virus"</i></b>	<b>WDR.de – Panorama, 30.11.2006</b>
<b><i>Nachweis von Polonium ist hier alltäglich</i></b>	<b>Jülicher Nachrichten, 06.12.2006</b>

DAS THEMA: DER GAU VON TSCHERNOBYL VOR 20 JAHREN

# Gespensstisches Leben am Rande der Sperrzone

**Jülicher Experten** unterstützen im weißrussischen Volincy die Bevölkerung beim Umgang mit der Strahlenbelastung. Waldprodukte oft stark kontaminiert.

VON UNSEREM REDAKTEUR  
RALPH ALLGAIER

**JÜLICH.** Im Büro von Herbert Dederichs hängen Fotos von brennenden Häusern. Der promovierte Physiker, im Forschungszentrum Jülich im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz tätig, hat die Aufnahmen in Weißrussland selbst angefertigt. Er berichtet von niedergebrannten Häusern in Dörfern, die nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl am 26. April 1986, morgen vor 20 Jahren, durch Strahlung kontaminiert (radioaktiv verunreinigt) worden waren. Die Zerstörung der Gebäude soll verhindern, dass die damals evakuierte Bevölkerung wieder ihre Heimatorte aufsucht. Tatsächlich kehren ehemalige Ortsansässige nur noch zurück, um Angehörige zu beerdigen.

## Ganze Stadt evakuiert

Die Ukraine gehe weniger rigoros vor und toleriere zum Teil die Wiederbesiedlung, erzählt Dederichs. Mit dem Ergebnis, dass vor allem ältere Bürger wieder in hoch belasteten Ortschaften wohnen. Durch den Super-GAU vor 20 Jahren wurde eine Region von mehreren tausend Quadratkilometern erheblich kontaminiert. In einem Umkreis von 30 Kilometern um das Kernkraftwerk Tschernobyl ist das gesamte Gebiet für die Bevölkerung gesperrt. Hier liegt auch noch die Stadt Pripjat, die sich nur zwei Kilometer vom Kernkraftwerk entfernt befindet und früher einmal 40 000 Einwohner zählte.

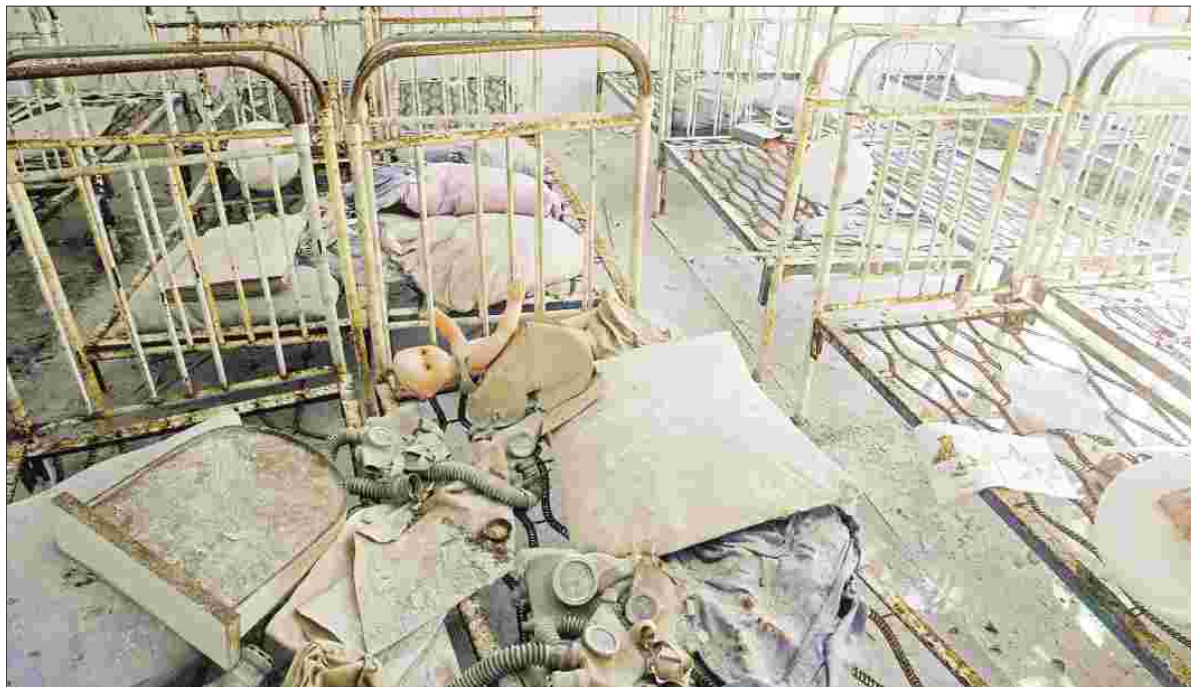
Die immer noch verseuchten Plattenbauten liegen heute verlassen da. Straßen und Gebäude sind zum Teil verfallen und von Gras und Büschen überwuchert. In vielen Häusern liegen noch Gegenstände herum, die Zeugnis von einer offenbar überstürzten Evakuierung geben. Insgesamt wurden damals 350 000 Menschen umgesiedelt.

Dederichs und sein Kollege Reinhard Lennartz kennen die Situation in Weißrussland sehr gut: Schon seit 1991 reisen beide immer wieder mit Messfahrzeugen aus dem Jülicher Forschungszentrum in den weißrussischen Bezirk Gomel, der zu den besonders betroffenen Gebieten zählte, als die strahlende Wolke durch den Wind von Tschernobyl nach Norden getrieben wurde. Seit 1998 besuchen sie die Gemeinde Volincy, um die Strahlenbelastung der dortigen Bevölkerung zu messen, deren Gesundheitszustand zu beobachten und den Menschen Verhaltensregeln zu empfehlen. Das Bundesumweltministerium hat dieses Projekt längere Zeit gefördert. Jetzt freilich ist die Arbeit der Jülicher nur noch möglich, weil die „Walter-Gaestrich-Stiftung“ als Sponsor in die Bresche gesprungen ist.

## Kein Wort Russisch

Volincy ist von radiologisch hochkontaminierten Sperrgebieten umgeben und ausschließlich über einen durch die abgeriegelten Zonen führenden Schotterweg erreichbar. 320 Menschen wohnen in den drei Ortsteilen, die almerlesten Leben von der Landwirtschaft, der Bewirtschaftung des Waldes und versorgen sich mit Lebensmitteln selbst.

Dederichs und seine Kollegen konnten kein Wort Russisch, als sie zum ersten Mal in dem abgelegenen Dorf aufkreuzten. „Wir haben uns mit Händen und Füßen verständigt“, berichtet der Jülicher Strahlenexperte. Den Deutschen wurde nach einer gewissen Anlaufphase viel Vertrauen entgegengebracht, „weil die Menschen an die Korrektheit der von den Behörden angegebenen Messwerte nicht glauben“. Die Jülicher untersuchen die Bevölkerung unter anderem mit Body-Countern. Das sind Ganzkörpermessgeräte, die Auskunft darüber erteilen, wie stark der Organismus mit radioaktiven Substanzen belastet ist. Mit anderen Prüfapparaturen wird die Kontamination von Böden, Pflan-



Was nach der Flucht noch übrig blieb: Spielzeug, Kissen und Gasmasken unter einer Schicht radioaktiven Staus sind in einem verlassenen Kindergarten in Pripjat, zwei Kilometer vom havarierten Reaktor Tschernobyl zu sehen. Das Bild entstand im März 2006. Alle 40 000 Einwohner Pripjats wurden vor 20 Jahren evakuiert und hinterließen viele persönliche Dinge. Foto: ap

zen oder Lebensmitteln – etwa Wildfleisch – überprüft. Bei letztem ergeben sich auch heute noch zum Teil erschreckende Messergebnisse. Laut Dederichs liegt das unter anderem daran, dass diese Tiere in der Bodenoberfläche nach Nahrung suchen. Und während die Belastung mit Cäsium-137 wegen des physikalischen Zerfalls und des Absinkens in tiefe-

**„Die Menschen haben uns schnell vertraut, weil sie an die Korrektheit der von den Behörden angegebenen Messwerte nicht glauben.“**

HERBERT DEDERICHS,  
FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

Bodenschichten eigentlich abnehmen müsste, saugen Pflanzen das gefährliche chemische Element immer wieder über die Wurzeln auf, so dass die Gesamtkontamination in geringerem Umfang zurückgeht als erwartet. Cäsium-137 hat eine Halbwertszeit von 30 Jahren, was bedeutet, dass sich erst nach drei Jahrzehnten die von dem Element ausgehende Strahlung halbiert.

Bei Wildschweinfleisch haben Dederichs und Kollegen im Jahr 2002 eine Cäsium-Konzentration von 21 800 Becquerel pro Kilo festgestellt. Zum Vergleich: Der EU-Grenzwert für Lebensmittel liegt

bei 600 Becquerel pro Kilo. Auch im Bayerischen Wald wurde nicht zuletzt als Spätfolge von Tschernobyl noch 2004 bei Wildschweinen eine mittlere Strahlenbelastung von 6700 Becquerel pro Kilo gemessen. Mit gewisser Vorsicht, so die Jülicher Fachleute, sind in Bayern auch Waldbreite wie Pilze oder wilde Beeren zu genießen. Deshalb lautet ihre Empfehlung: Bitte nur in Maßen verzehren!

In Volincy wurden immer dann besonders hohe radioaktive Konzentrationen im Körper einzelner Personen entdeckt, wenn diese sich über Verhaltensmaßregeln hinwegsetzten, also im Übermaß Waldprodukte konsumiert hatten. Dennoch können die deutschen Strahlenexperten eingeschränkt Entwarnung geben: Sofern sich die Bürger von Volincy an die erteilten Vorsichtsmaßnahmen halten, sinkt auch ihre Gesamtstrahlenbelastung unter ein Millisievert pro Jahr, dem international zuläs-

sigen Grenzwert für die Bevölkerung im Umfeld von Kernkraftwerken. Während die Gesamtstrahlenbelastung 1999 im Mittel über vier Millisievert lag, ging sie 2005 auf 1,7 Millisievert zurück.

Sehr genau haben die Jülicher untersucht, ob Zusammenhänge zwischen Strahlenbelastung und Krankheiten der Bevölkerung vorliegen. Sie verglichen dabei den Gesundheitszustand der Bürger von Volincy mit denen in der weniger belasteten, weil weiter westlich liegenden Gemeinde Stargrad. Ihre Schlussfolgerungen: Eindeutige Zusammenhänge zwischen der heutigen Strahlenbelastung und den registrierten Erkrankungen gibt es nicht.

Unmittelbar nach dem Reaktorunfall sei die Ursache des in großen Zahlen auftretenden Schilddrüsenkrebses dagegen klar gewesen: Dieser sei durch das ausgetretene Jod-131 ausgelöst worden, betont Dederichs. Deshalb müs-

sen auch jetzt noch Menschen in Weißrussland oder der Ukraine befürchten, von der Krankheit befallen zu werden. Glücklicherweise ist dieser Krebs fast immer heilbar, Betroffene müssen allerdings lebenslang Hormontabletten einnehmen. Das gefährliche Jod-131 ist inzwischen völlig zerfallen, übrig bleibt bis heute vor allem das Cäsium-137. Doch nach den Erfahrungen der Jülicher Experten hat die davon ausgehende Belastung keine signifikanten Auswirkungen auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung. Dederichs: „Man kann davon ausgehen, dass vor allem hoher Alkoholkonsum, schlechte Ernährung aufgrund der schwierigen Wirtschaftslage oder psychische Faktoren wie Stress und Angst den Gesundheitszustand der Bevölkerung negativ beeinflussen.“

## Experten uneins

Solche Aussagen sind umstritten. Es gibt Wissenschaftler wie den Epidemiologen Alexei Okeanow von der Internationalen Ökologischen Sacharow-Universität in Minsk, der allein in Weißrussland langfristige von mehr als 100 000 Todesfällen ausgeht, die ihre Ursache in radioaktiver Strahlung haben. Auch Greenpeace rechnet mit bis zu 93 000 tödlichen endenden Krebserkrankungen infolge des Reaktorunglücks. Doch derartige Einschätzungen bilden in der

Fachwelt eher die Ausnahme. Dederichs' Analyse deckt sich mit derjenigen des Tschernobyl-Forums, das 2005 einen umfassenden Bericht über die Folgen der Reaktorkatastrophe vorgelegt hat. Das Forum ist ein Verbund aus Internationaler Atomenergieförderung, der Weltgesundheitsorganisation, der Welternährungsorganisation, den Entwicklungs- und Umweltprogrammen der UN und den Staaten Ukraine, Russland und Weißrussland.

In der Studie wird die Zahl der bereits Verstorbenen und der künftigen Krebsopfer auf 4000 geschätzt. Weiter wird festgestellt, dass die Strahlenbelastung der nicht evakuierten Bevölkerung im Umfeld des Reaktors in den vergangenen 20 Jahren im Schnitt geringer war, als sie Bevölkerungsgruppen in Gegenden mit erhöhter natürlicher Strahlenexposition ausgesetzt sind. „Bisher wurde weder eine reduzierte Fruchtbarkeit bei Männern oder Frauen, noch eine erhöhte Anzahl von Fehlgeburten oder genetischen Defekten in der Nachkommenschaft beobachtet“, lautet das Fazit der an der Studie beteiligten etwa 100 Wissenschaftler.

**@** Infos zum Forschungszentrum Jülich: [www.fz-juelich.de/gs](http://www.fz-juelich.de/gs)  
Zusammenfassung der Studie des Tschernobyl-Forums: [http://de.wikipedia.org/wiki/Katastrophe\\_von\\_Tschernobyl](http://de.wikipedia.org/wiki/Katastrophe_von_Tschernobyl)

## Caritas-Kinderferiendorf in Ukraine braucht Geld

► 70 Prozent aller Kinder in der Ukraine leiden nach Angaben der Aachener Caritas unter einer chronischen Schwäche des Immunsystems. Für diese Minderjährigen hat die ukrainische Caritas 1996 das Ferienort Jablonitsa in der Karpatenregion aufgebaut. 3000 Kinder können sich dort jährlich erholen. Jetzt freilich ist das Ferien-

dorf stark sanierungsbedürftig, seine Häuser sind nach dem strengen Winter in ihrer Substanz gefährdet.

► Um entsprechende Baumaßnahmen zu finanzieren, bittet die Aachener Caritas um Spenden auf das Konto 131415 bei der Pax-Bank Aachen (BLZ 37060193). Stichwort: Kinderferiendorf Ukraine. (az)

## „Uns hat doch keiner was gesagt“

Zeitzeuge kämpfen für die Opfer von 1986. Viele erhalten keine Unterstützung.

VON JOHANNES SCHÖNWÄLDER

**GESEKE.** „Uns hat doch damals keiner was gesagt.“ Bei der Erinnerung ans Frühjahr 1986 wird der Blick von Oleg Zingerov noch heute ein wenig traurig.

In Tschernobyl sei er damals gewesen, erzählt der 46-Jährige mit ruhiger, warmer Stimme. Als Soldat der russischen Armee war er zusammen mit zahlreichen Kameraden von Kiew abkommandiert worden. Irgendwo in der Ukraine – bei Tschernobyl, wie er heute weiß – wurden sie alle in ein Depot gesteckt und mussten eine Woche lang Militärkleidung an die Leute vom Zivilschutz ausgeben. „Das waren Tausende, die von uns so eine Art von Uniform kriegten. Sie sollten militärisch aussehen, damit die Menschen besser ihre Befehle befolgen.“ Ge-

sehen hat er den Reaktor nie. Und vielleicht auch deshalb keine Bedrohung empfunden. Dass ab dem 26. April aus einem Atomreaktor tödliche Strahlung austrat, das hätten weder er noch die meisten anderen Katastropheneinsatzkräfte von Tschernobyl gewusst. Liquidatoren werden sie international genannt. Inoffiziell waren es 600 000 bis 800 000. Offizielle Zahlen gibt es bis heute nicht. Im Gegenteil, die Leute seien absichtlich unwissend gehalten worden.

Am 1. Mai, die Sonne schien, seien Hunderttausende auf den Straßen marschiert – wie immer. Von lebensbedrohlicher Strahlung hätten sie nichts gehört. Genauso unbekümmert sei er selbst gewesen. Was er damals an Strahlung bekommen hat? Er weiß es nicht. „Ich war gerade 26. Das Wetter war schön. Das Ganze war

eher ein Abenteuer weit weg von zu Hause.“ Tagsüber hätten sie gearbeitet, abends zusammen draußen gegessen, gelacht, gesungen und getrunken. Diese Tage haben sein Leben verändert. Nicht nur, weil er danach an Krebs erkrankte. Darüber spricht er kaum. Sondern weil er heute denjenigen hilft, die damals dabei waren und die heute in Deutschland leben. Und weil er Zahlen kennt.

Von den mindestens 600 000 Liquidatoren seien bereits 90 000 gestorben. Die meisten Opfer könnten keinen Nachkommen haben, dass sie in Tschernobyl dabei waren. Sie bekommen deshalb auch kein Geld. Für diejenigen von ihnen, die heute in Deutschland leben, engagiert sich Oleg Zingerov. Er selbst ist seit fünf Jahren hier und vertritt mit seiner Initiative rund 2000 Menschen. (kna)



Hilfe für Weißrussland: In Volincy lassen sich zahlreiche Menschen im Messwagen des Forschungszentrums Jülich untersuchen, um ihre individuelle Strahlenbelastung festzustellen. Foto: Forschungszentrum Jülich



## Strahlendes Erbe – Tschernobyl und seine Folgen





Kernkraft hält die Welt zusammen: Ohne sie würden Atome, die Bausteine jeder Materie, einfach auseinander fliegen. Die Kräfte, die hier wirken, sind gewaltig. Bringt man Atomkerne – etwa im Kernkraftwerk – gezielt zur Spaltung, werden daher enorme Energiemengen freigesetzt: Bezogen auf die Menge des notwendigen „Brennstoffs“ ist Kernkraft also eine effiziente Energiequelle, auf die bis heute viele Länder setzen.

Andererseits verbinden viele Menschen mit Kernkraft vor allem eines: Bedrohung, Angst und Unsicherheit. Jedem im Gedächtnis geblieben ist die Katastrophe, die sich vor fast genau 20 Jahren im Reaktor von Tschernobyl ereignete. Doch was genau geschah in den letzten Minuten vor dem Unfall? Quarks & Co rekonstruiert die Vorgänge vor und nach der Katastrophe – und zeigt Ihnen, was in Nahrung und Umwelt bis heute noch mit Strahlen belastet ist.

Die zerstörerischste Variante der Kernkraft lagert indes ganz im Verborgenen: Trotz Atomwaffenperrvertrag gibt es immer noch so viele Atombomben auf der Welt, dass ihre Sprengkraft die Erde gleich mehrfach vernichten könnte. Lernen Sie mit diesem Quarks-Script nun die verschiedenen Seiten der geheimnisvollen Kraft aus den Kernen kennen – und entscheiden Sie selbst, wo für Sie das Risiko, und wo der Nutzen überwiegt.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihr Quarks-Team!

Weitergehende Informationen zu diesem Thema, sowie Link- und Lesetipps, finden Sie auf unserer Homepage unter: [www.quarks.de](http://www.quarks.de)

Strahlendes Erbe – Tschernobyl und seine Folgen	
Inhalt	
S. 4	Leitwarte Tschernobyl: Was geschah in Block 4?
S. 7	Die Aufräumarbeiten: Tschernobyl nach dem GAU
S. 10	Die Ruine von Tschernobyl
S. 14	Strahlung in Deutschland
S. 17	Radioaktive Strahlung im Alltag
S. 21	Was ist Strahlung?
S. 23	Strahlend weißes Pulver
S. 24	Der Weg zur Bombe
S. 27	Lesetipps
Impressum	
Text:	Reinhard Brüning, Heinz Greuling, Vera Pfister, Jan-Henner Reitze, Silvio Wenzel
Redaktion und	
Koordination:	Wolfgang Lemme
Copyright:	WDR, April 2006
Gestaltung:	Designbureau Kremer & Mahler, Köln
Der Einleitungstext und die Reportage „Strahlend weißes Pulver“ entstanden in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Wissenschaftsjournalismus Dortmund	
Bildnachweise	
alle Abbildungen WDR außer:	
S. 15	Karte Bodenkontamination, Rechte: bga – Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene

# Die Ruine von Tschernobyl

## Strenge Kontrolle am Sperrgebiet



Die 30-Kilometer-Sperrzone wird streng bewacht. Ohne Sondergenehmigung kommt niemand hinein

Von Ferne sehen wir bereits das Kraftwerk vor uns liegen. Darum herum eine wundervolle, schneebedeckte und scheinbar unberührte Landschaft. Kaum zu glauben, dass sich hier vor 20 Jahren einer der schrecklichsten Unfälle des Industriezeitalters ereignet hat. Uns interessieren die Nachwirkungen der Katastrophe: Reinhard Lennartz vom Forschungsinstitut Jülich und Ranga Yogeshwar wollen in der Umgebung des Kraftwerks von Tschernobyl Strahlungsmessungen durchführen. Wie viel Aktivität ist im Jahr 2006 noch nachzuweisen? Mit dem Kamerteam kommen wir zur Schranke der 30-Kilometer-Sperrzone. Unsere Sondergenehmigung für die Dreharbeiten wird genau kontrolliert, denn die Sperrzone ist streng bewacht – Unbefugte sollen draußen bleiben. Auf den Straßen hier ist die Strahlenbelastung etwa 10 Mal höher als die natürliche Erdstrahlung in Deutschland. Dabei besteht noch keine Gesundheitsgefahr, wir können uns in dem großen Areal also ohne besondere Schutzanzüge bewegen.

## Der Rote Wald



Im Roten Wald messen wir an den Bäumen eine erhebliche Strahlenbelastung, die 300 Mal höher liegt als der Normalwert

Unser erstes Ziel ist ein Waldstück, das etwa zwei Kilometer vom Kraftwerk entfernt liegt. Hier färbt sich nach dem Unglück die Bäume von der Strahlenbelastung rot und starben ab, seitdem heißt die Stelle „Roter Wald“. Die toten Bäume wurden inzwischen abgeholzt, der Boden neu bepflanzt. Nichts Rotes ist zu sehen, der Wald sieht ganz normal aus. Wir wollen wissen, wie viel Strahlung hier noch nachzuweisen ist, dafür haben wir ein Dosisleistungsmessgerät dabei. Wir messen 17 Mikrosievert pro Stunde. Das ist etwa 300 Mal höher als der Normalwert von 0,05 Mikrosievert. Diese Belastung an den Bäumen ist enorm, wenn man bedenkt, dass sie erst nach dem Unglück gepflanzt worden sind. Mit einem Spaten stechen wir ein Stück Waldboden ab und messen erneut. Ein paar Zentimeter tief ist die Radioaktivität am geringsten, doch je näher man zur obersten Humusschicht kommt, desto mehr steigt sie an. Dass sich das aktive Material

oben sammelt, liegt an den Wurzeln der Pflanzen: Sie befördern es mit dem Wasser immer wieder nach oben. Denn das radioaktive Cäsium, um das es sich hier handelt, ist wasserlöslich. Es ist mit dem Regen nach dem Unglück in den Boden gelangt. Cäsium ist chemisch eng verwandt mit Kalium, und Kalium ist knapp. Deshalb haben sich die Wurzeln der Pflanzen darauf spezialisiert, diesen Mineralstoff wieder aus dem Humus herauszusaugen. Auf diesem Weg reichern sie sich aber auch mit dem radioaktiven Cäsium an. Die Pflanzen sterben, verrotten und neue Pflanzen nehmen das Cäsium wieder auf – ein Teufelskreis, der noch lange so weitergehen wird, denn die Halbwertszeit von Cäsium beträgt 30 Jahre.

## Der Schrottplatz der Erinnerungen

Unser nächstes Ziel ist ein Schrottplatz, und zwar kein gewöhnlicher. Hier verrotten Hubschrauber, Schützenpanzer, Feuerwehrautos, Krankenwagen und Busse. Sie alle haben eines gemeinsam: Sie strahlen und waren am 26. April 1986 und den Tagen darauf im Einsatz. Am Eingang des abgezaunten Platzes messen wir eine Strahlenbelastung von 0,13 Mikrosievert pro Stunde. Zum Vergleich: in Nordrhein Westfalen ist die Belastung im Freien etwa 0,06 Mikrosievert pro Stunde. An den Fahrzeugen liegt der Wert deutlich höher. Vor allem dort, wo viel Luft zirkuliert: bis zu 32 Mikrosievert pro Stunde. Was wir hier messen, ist so etwas wie das Echo der Belastung, der die Menschen vor 20 Jahren beim Katastropheneinsatz ausgesetzt waren.



Ein Schrottplatz der besonderen Art: Jedes Fahrzeug hier ist verstrahlt

## Wilde Siedler in der Sperrzone

Viele Kilometer kämpfen wir uns danach auf kleinen, teilweise ungeräumten Straßen durch den Schnee. Unser Führer kennt sich gut aus und nach fast einer Stunde Fahrt sind wir tatsächlich da: ein Bauerngehöft, ärmlich sieht es aus, aber sonst ganz normal. Wenn wir nicht wüssten, dass wir uns in der 30-Kilometer-Sperrzone befinden, wäre das nichts Besonderes. Doch hier wohnen tatsächlich wieder Menschen. Viele der zwangsausgesiedelten Dorfbewohner aus der Umgebung des Kraftwerks haben es in der Fremde nicht ausgehalten



Einige hundert Siedler leben im Sperrgebiet

# Die unsichtbare Gefahr

Noch immer leben Menschen in Gebieten, die durch die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl verstrahlt wurden. Die Walter-Gastreich-Stiftung hilft, dort die radioaktive Verseuchung zu messen und die Bewohner der Region vor zusätzlicher Strahlenbelastung zu bewahren.

Die anschließende Debatte war so erhitzt wie der Reaktor in Tschernobyl, der beim Super-GAU des 26. April 1986 seinen tausend Tonnen schweren Deckel in die Luft geschleudert hatte. 36 Menschen starben sofort, viele weitere kamen dazu und werden noch folgen. In Russland, Weißrussland und in der Ukraine sind Tausende Quadratkilometer Land bis heute radioaktiv verseucht, und Worte wie Becquerel, Milli-Sievert und Cäsium fanden Eingang in den Grundwortschatz. Man stritt über Grenzwerte, verstrahlte Molke und „Atom-Pilze“. Tschernobyl wurde zur Generalmetapher für die erregte Diskussion um das Für und Wider der Atomenergie. Dass aber trotz der Umsiedlung von insgesamt 350.000 Bewohnern der Katastrophenregion dort bis heute Menschen leben, geriet bei alledem ein wenig aus dem Blick.

Erst Anfang der 90er-Jahre gab es eine Verabredung zwischen Michail Gorbatschow und Helmut Kohl, sich dieser Menschen anzunehmen. Das Bundesumweltministerium (BMU) stellte die Mittel bereit, das Forschungszentrum Jülich Equipment, Know-how und Personal.

Dr. Reinhard Lennartz, Fachbereichsleiter Genehmigungsverfahren im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz am Forschungszentrum, ist wie sein Kollege Dr. Herbert Dederichs von Beginn an dabei. „Einmal im Jahr fahren wir hin und führen eine Messaktion von je zwei Wochen durch“, erzählt er. Die Forscher arbeiten in den drei Dörfern der Gemeinde Volicny nahe Korma in Weißrussland, die nur durch ein hoch belastetes Sperrgebiet zu erreichen sind. Menschen, Böden und Nahrungsmittel werden mit modernstem technischen Gerät einer genauen Messung

unterzogen. Warum gerade hier? „Weißrussland ist am stärksten kontaminiert“, erklärt der Physiker. „Außerdem sind die Menschen Selbstversorger. Sie leben von dem, was sie anbauen und im Wald finden – Beeren, Pilze und Wild.“

**Einer, der auch von Anfang an dabei war, war Dr. Walter Gastreich** – als weiterer Förderer des Projekts. Er hatte im Jahr 1993 die Walter-Gastreich-Stiftung gegründet, die sich unter anderem in Projekten der Gesundheitsförderung engagiert, besonders auch in Mittel- und Osteuropa. „Im Laufe der Arbeit hatten wir ihn persönlich kennen gelernt“, erzählt Reinhard Lennartz, „so dass es einfach war, ihn anzusprechen, als die Förderung des BMU für unser Projekt auslief, weitere Arbeiten aber – wie sich herausstellte – dringend nötig waren.“ Die Walter-Gastreich-Stiftung sprang ein, die Arbeiten konnten wieder aufgenommen werden.

Durch die Messungen der Jülicher erfahren die Dorfbewohner vor allem, auf was sie besser verzichten sollten. Ihre Grundbelastung durch die externe Exposition liegt schon bei einem Milli-Sievert (mS) – dem internationalen Grenzwert für Menschen, die in der Nähe von Atomkraftwerken leben, so dass sie auf keinen Fall zusätzlich noch belastete Lebensmittel zu sich nehmen dürfen. Diejenigen, die sich über die Jahre strikt an die Verhaltensmaßregeln hielten, konnten ihre Gesamtbelastung tatsächlich erheblich senken.

Die größte Gefahr lauert im Wald. „Wilderer erkennt man an der höheren Strahlenbelastung“, weiß Lennartz. Auf feucht-fröhlichen Touren

## DIE STIFTUNG

Dr. Walter Gastreich war viele Jahre Gesellschafter und Geschäftsführer der Kemptener Firmengruppe Richter & Frenzel. Der gebürtige Würzburger engagierte sich stark im Denkmalschutz seiner Heimatregion.

Im Jahr 1993 errichtete er die **Walter-Gastreich-Stiftung** zur Förderung der Entwicklungshilfe, der Völkerverständigung und der Gesundheitspflege. Gastreich handelte aus religiös-spirituellen Motiven. Allerdings nicht in einem engen christlich-konfessionellen Sinne. Vielmehr ließ er sich auch von den

Überzeugungen anderer Religionen inspirieren. Ihnen allen gemeinsam sei – so der Stifter – dass Freigiebigkeit auf dem Weg zu spirituellem Wachstum eine bedeutende Rolle spiele. Für sein Engagement für Wissenschaft und Forschung erhielt er 1998 das Bundesverdienstkreuz.

Die Walter-Gastreich-Stiftung fördert außer dem Projekt in Volicny aktuell unter anderem ein Straßenkinderprojekt in Rumänien sowie ein Vorhaben zur Bekämpfung und Verhütung der Tuberkulose in Kaliningrad.



ziehen die zumeist jungen Männer durch die Wälder und schießen Wildschweine. Doch gerade bei denen hat man die höchste Cäsium-Belastung gefunden: 21.800 Becquerel pro Kilogramm, der EU-Grenzwert für Lebensmittel liegt bei 600. Schwarzwild durchwühlt auf der Suche nach Nahrung den Waldboden, und der hat es in sich. „Die oberen zwei Zentimeter tragen die ganze Aktivität“, erklärt Reinhard Lennartz. Anders als in kultivierten Ackerböden sackt sie im Waldboden nicht so schnell ab, und was einmal unten ist, holen die Pflanzen mit ihren Wurzeln wieder hoch. Ein Effekt, mit dem in diesem Ausmaß niemand gerechnet hatte. Eigentlich sollte der ganze Spuk sehr viel schneller vorbei sein.

**Junge Männer sind von allen Bewohnern am stärksten belastet.** Aber nicht nur, weil sie einen laxen Umgang mit den Verhaltensmaßregeln pflegen und gelegentlich Wildschweine konsumieren. Cäsium wird vor allem in Muskeln angereichert. Und davon haben sie nun einmal mehr als andere.

Insgesamt wurden während der Jahre die Empfehlungen der Forscher aber gut angenommen. Als jedoch

2001 die Jülicher vorübergehend nicht mehr kamen, missinterpretierten die Dorfbewohner das als ein Ende der Gefahr. Sie aßen mehr Waldprodukte, und als die Forscher 2002 wieder hinfuhren, mussten sie feststellen, dass bei allen die Belastung wieder gestiegen war. Im Gesundheitszustand der Dorfbewohner zeigen sich indessen keine Auffälligkeiten. Krankheiten, unter denen sie leiden, kann man im Moment nicht eindeutig der Strahlenexposition zuweisen, sagt Lennartz. In weiter entfernten Vergleichsorten, die keiner Strahlung ausgesetzt waren, seien die Krankheitsbilder ähnlich. Doch aus Japan weiß man, dass die Langzeitfolgen des Cäsiums frühestens nach 20 Jahren einsetzen. „Dann entwickeln sich die soliden Tumoren“, weiß der Experte. Es gibt also viele Gründe, weiterzuforschen und die Menschen in den weißrussischen Dörfern weiter zu unterstützen – jenseits aufgeregter Debatten.

Walter Gastreich, „Unternehmer mit sozialer Ader“, starb am 12. April 2006 im Alter von 68 Jahren. Seine Stiftung fördert das Projekt in Weißrussland bis 2008. „Wir werden die Arbeit in seinem Sinne fortsetzen“,

versichert Dr. Klaus H. Roquette, Kuratoriumsvorsitzender der Stiftung und fährt fort: „Walter Gastreich fühlte sich humanitären Aufgaben ebenso verpflichtet wie der Förderung der Völkerverständigung. Freigebigkeit und die Bemühung, für andere da zu sein, spielten für ihn eine große Rolle. Es hat ihn fasziniert, dass sein Geld zu Gemeineigentum geworden ist und die Stiftung auch nach seinem Tod weiterlaufen wird.“

**„Reichtum“, sagte Walter Gastreich einmal selbst, „ist nicht nur Ausdruck von Tüchtigkeit, sondern auch von Glück. Und dies beinhaltet automatisch, dass man diesen Tatsachen verpflichtet ist. Ich spreche von der Sozialverpflichtung des Eigentums.“**

Susanne Weiss ◀

Verstrahlt: Im Umland von Tschernobyl muss die Bevölkerung streng darauf achten, sich nicht über die Nahrung zusätzlich zu belasten.

Susanne Weiss ist Journalistin in Berlin.



05.12.2006

Jülicher Nachrichten / Jülicher Zeitung, Seite 12

# Untergrund im Welldorfer Weg strahlt radioaktiv

Ein Messwagen des Forschungszentrums stellt per Zufall Belastung fest: Nicht gesundheitsschädigend, aber **um den Faktor 10 höher als üblich**. Die Stadt Jülich handelt schnell und veranlasst Probebohrungen in Stetternich.

VON UNSEREM REDAKTEUR  
VOLKER UERLINGS

**STETTERNICH.** Der Welldorfer Weg hat als frühere Landstraße bewegte Zeiten hinter sich. Die Gegenwart ist „strahlend“, die Zukunft aufgewühlt: Per Zufall hat ein Strahlenmessmobil des Forschungszentrums Jülich deutlich überhöhte radioaktive Werte festgestellt. Das Spezialgefährt kann sogar während der Fahrt messen und hat auf einer Länge von rund 120 Metern laut Dr. Reinhard Lennartz „Dosis-Leistungswerte, die um den Faktor 10 größer sind als üblich“, ermittelt, was allerdings nach Angaben der Experten nicht gesundheitsschädigend sein soll. Ende letzter Woche informierten die Kontrolleure die Stadt, die sofort handelte.

Gestern Morgen rückte bereits ein Unternehmen aus Aachen an, das mit einem Spezialbohrer zwei Proben zog, die von den Vertretern des Forschungszentrums gleich eingepackt wurden. In der Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz, die in den letzten Tagen vor allem als eine von drei Fachstellen bundesweit für Pollo-

nium-Messungen in die Schlagzeilen geraten ist, erfolgt die heimatnahe Untersuchung. Ergebnisse werden Anfang der kommenden Woche erwartet. Sie dürften freilich nichts Spektakuläres zu Tage fördern.

## Natürlichen Ursprungs

Nach Meinung von Abteilungsleiter Dr. Reinhard Lennartz sind die erhöhten Strahlenwerte in Stetternich „eindeutig natürlichen Ursprungs“ und haben „nichts mit der Arbeit des Forschungszentrums“ (früher: Kernforschungsanlage) zu tun. Die Indizien sprechen dafür, denn die Radioaktivität steht offenbar in engem Zusammenhang mit dem Kanal im Welldorfer Weg. Erhöhte Werte finden sich nur entlang der Abwasserader. Daraus schlussfolgerten die Strahlenexperten als auch die Verantwortlichen der Stadt Jülich, dass wohl das Füll-/Schüttmaterial unter der Asphaltdecke durch natürliches Uran und/oder Thorium im Gestein schwach radioaktiv belastet sei.

„Wir wollen hier rein gar nichts unter den Tisch kehren und ma-

chen deshalb das Verfahren von vornherein öffentlich“, erklärte der Technische Beigeordnete der Stadt, Martin Schulz, der gestern an der Seite von Tiefbauamtsleiter Robert Helgers und Ordnungsamtsleiter Günter Kuhn die Bohrungen beobachtete und mit den aufmerksam gewordenen Anliegern sprach. „Wir haben alles erklärt, und die Bürger haben ganz ruhig und sachlich reagiert“, so Schulz.

Wie ist die Strahlenbelastung einzuschätzen? Darauf antwortete gestern Dr. Reinhard Lennartz: „Solange hier niemand auf der Straße campt, besteht keine unmittelbare Gefahr.“ Um einen (ersten) deutschen Grenzwert zu erreichen, müssten die Anwohner im Jahr rund 1000 Stunden mitten auf der Straße stehen. An beiden Seiten der Fahrbahn sei die Strahlung nämlich kaum noch messbar.

Ob der Welldorfer Weg aufgerissen werden muss, um eventuell kontaminiertes Material zu entfernen, entscheidet sich erst nach der Analyse im Forschungszentrum und der entsprechenden Bewertung der Ergebnisse.



URL: [http://www.wdr.de/themen/panorama/kriminalitaet09/london\\_litvinenko/interview.jhtml](http://www.wdr.de/themen/panorama/kriminalitaet09/london_litvinenko/interview.jhtml)

## Polonium-Spuren in Düsseldorf Flugzeugen entdeckt

### "Es verbreitet sich fast wie ein Grippe-Virus"

Nach der Entdeckung von Polonium-Spuren in Flugzeugen, die auch in Düsseldorf eingesetzt wurden, stuft Strahlenschutzexperte Reinhard Lennartz das Gesundheitsrisiko für die betroffenen Passagiere als "sehr gering" ein. Trotzdem mahnt er im Interview mit WDR.de zur Vorsicht.



Reinhard Lennartz

**WDR.de:** Die Nachricht von dem Gifftod des russischen Ex-Agenten Alexander Litwinenko hat in den vergangenen Tagen die Schlagzeilen beherrscht. Nun hat man Spuren der radioaktiven Substanz Polonium 210<sup>1</sup>, an der er vermutlich gestorben ist, auch in Düsseldorf Flugzeugen entdeckt. Was haben Sie gedacht, als Sie davon erfahren haben?

**Reinhard Lennartz:** Um ehrlich zu sein, allzu sehr hat mich das nicht gewundert. Denn das verbreitet sich so ähnlich wie ein Grippevirus. Nach allem was ich weiß, war eine Person betroffen gewesen. Die hat es möglicherweise über die Nahrung in einem Speiselokal aufgenommen. Das kann die Quelle gewesen sein. Denn so bald man es verschluckt hat, bleiben Spuren davon im

Speichel. Wenn man sich mit der Serviette dann den Mund abwischt, hat man es an den Händen hängen und so weiter. Wenn andere Personen ebenfalls in diesem Lokal gewesen sind, könnten sie winzige Spuren mitgenommen haben. Und diese Spuren haben sie dann vielleicht bis zum Flugzeug getragen.

Allerdings weiß ich nicht, wie viel Polonium sie in den Flugzeugen entdeckt haben. Ich vermute, es sind geringe Mengen. Es würde mich sehr wundern, wenn es größere Mengen wären.

**WDR.de:** Nun werden die Flieger von kriminal-technischen Teams auf Polonium-Spuren untersucht. Wie kann man Polonium feststellen?

**Reinhard Lennartz:** Die Experten sind mit kleinen Geräten ausgestattet, die wie Bügeleisen aussehen. Es sind so genannte Kontaminationsmonitore. Die haben auf der Unterseite, da wo die heiße Platte beim Bügeleisen ist, eine ganz dünne Folie, durch die radioaktive Teilchen dringen können. Sobald das geschieht, klackt es dann im Gerät. Ich muss also wie mit einem Bügeleisen sehr nah an einer kontaminierten Fläche langsam vorbeifahren, und dann kann ich feststellen, ob auf dieser Fläche sich Polonium 210 befindet.

**WDR.de:** Und wie wird dann mit den betroffenen Flächen verfahren?

**Reinhard Lennartz:** Man kann sie natürlich nicht problemlos entfernen. Man kann diesen Sitz entweder reinigen und dann schauen ob dies erfolgreich war, ob es also nicht mehr klackt. Oder man nimmt die kontaminierte Oberfläche mit und entsorgt sie dann korrekt, so wie der Gesetzgeber dies empfiehlt.

**WDR.de:** 33.000 Passagiere sind mit diesen Flugzeugen geflogen. Müssen sie jetzt um ihr Leben fürchten?

**Reinhard Lennartz:** Ich glaube nicht. So lange dieses Element außerhalb des Körpers ist - und das ist es auch wenn ich auf einem kontaminierten Sitz sitze - passiert mir gar nichts. Das heißt, die Passagiere, die selbst auf einem hinterher als kontaminiert festgestellten Sitz gesessen sind, brauchen primär keine Angst zu haben, wenn sie dieses Pulver nicht in den Körper bekommen.



Mit dem "Bügeleisen" auf der Spurensuche

**WDR.de:** Wie kann aber Polonium 210 in den Körper gelangen?

**Reinhard Lennartz:** In den Körper kann es nur gelangen, entweder in dem ich es als fein verteilten Staub einatme, oder aber ich kann es schlucken. Und das kann ich tun, in dem ich beispielsweise über eine kontaminierte Fläche mit der Hand streiche und meine Hände gedankenlos ablecke. Das wäre dann gefährlich. Denn dann nehmen diese radioaktive Teilchen den Gang des Stoffwechsels und gelangen über den Magen-Darm oder eben die Lunge ins Blut. Sie befallen dann die Nieren, die Leber, die Milz und mit ihrer hohen Strahlung schädigen sie die Körperzellen. Der ganze Körper bricht zusammen. Es fängt an mit Durchfällen, Erbrechen, das Blutbild verändert sich. Das sind die ersten Symptome und schließlich endet es mit Organversagen.

**WDR.de:** Was würden Sie den Passagieren dieser Flüge raten?

**Reinhard Lennartz:** Wenn ich selber mitgeflogen wäre und Angst hätte, würde ich mit einem Kontaminationsmonitor an meiner Kleidung nachschauen. Oder wenn ich befürchte, ich habe es aufgenommen, würde ich einen Urintest machen, um festzustellen, ob und wie viel von dem Stoff ich tatsächlich aufgenommen habe. Dieser Test kann in Strahlenschutzzentren durchgeführt werden. Er ist allerdings sehr aufwendig und mit 300 Euro Kostenpunkt sehr teuer.

*Das Interview führte Maria Kümpel*

---

**Stand: 30.11.2006, 14:53 Uhr**

---

## **Stichwörter**

---

### **<sup>1</sup> Polonium**

Polonium ist ein Schwermetall, das in der Natur sehr selten vorkommt. Es handelt sich um ein radioaktives chemisches Element mit der Ordnungszahl 84. Es wurde 1897 von Marie Pierre Curie entdeckt und nach ihrem Heimatland Polen (Lateinisch: Polonia) benannt, das damals unter Fremdherrschaft war und politisch nicht als unabhängiges Land betrachtet wurde.

Raucher nehmen mit dem Zigarettenrauch größere Mengen davon auf, da sich Polonium in der Umwelt als Radonfolgeprodukt auch auf Tabakblättern absetzt. In den menschlichen Körper gebracht (zum Beispiel über Inhalation, durch eine Wunde oder bei der Nahrungsaufnahme) ist es ein starkes Gift. Bereits 0,1 Mikrogramm reines Polonium-210 kann tödlich sein, teilt das GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit mit. Der menschliche Körper benötigt 30 bis 50 Tage, um Polonium abzubauen; es wird zu 90 Prozent über den Stuhlgang und zu zehn Prozent über den Urin ausgeschieden.

Das Polonium, an dem Kreml-Kritiker Alexander Litwinenkos starb, ist Polonium-210. Dieses wird in Reaktoren oder Beschleunigern künstlich hergestellt und kann dann für verschiedene technische Anwendungen verwendet werden - zum Beispiel als leichtgewichtige Wärmequelle in der Raumfahrt. Weil das teuer und aufwendig ist, werden weltweit pro Jahr nicht mehr als etwa 100 Gramm Polonium-210 hergestellt.

## **Mehr zum Thema**

---

**WDR:** Radioaktive Flieger auch in Düsseldorf

[[http://www.wdr.de/themen/panorama/kriminalitaet09/london\\_litvinenko/index.jhtml?rubrikenstyle=panorama&rubrikenstyle=panorama](http://www.wdr.de/themen/panorama/kriminalitaet09/london_litvinenko/index.jhtml?rubrikenstyle=panorama&rubrikenstyle=panorama)]

Nach dem Gifftod Alexander Litwinenkos

© WDR 2007

06.12.2006

Jülicher Nachrichten / Jülicher Zeitung, Seite 11

# Nachweis von Polonium ist hier alltäglich

Das **Forschungszentrum Jülich** überprüft Mitarbeiter und Umwelt regelmäßig auf radioaktive Stoffe

**JÜLICH.** Der Fall Litwinenko mutet an wie ein Agententhiller. Einer, in dem auch Jülich eine kleine, aber wichtige Nebenrolle spielt. Denn das Forschungszentrum ist eine von drei Einrichtungen in Deutschland, die das radioaktive Material Polonium 210 im Menschen nachweisen können. Doch wer hinter den Mauern des Zentrums die Kollegen von James Bonds Quartiermeister Q vermutet, die dort reale Agenten auf ihre Einsätze vorbereiten, hat weit gefehlt. „Wir weisen Polonium schon seit mehr als 20 Jahren nach“, erklärt der Leiter des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz, Dr. Reinhard Lennartz. „Das ist bei uns Routine. Wir kontrollieren unsere Mitarbeiter im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung auf radioaktive Stoffe in ihren Körpern.“

## Kontrolleinrichtung

Die Abteilung ist sozusagen das Controlling des Forschungszentrums, denn viele der Forscher der Einrichtung kommen bei ihrer Arbeit mit offenen radioaktiven Ma-

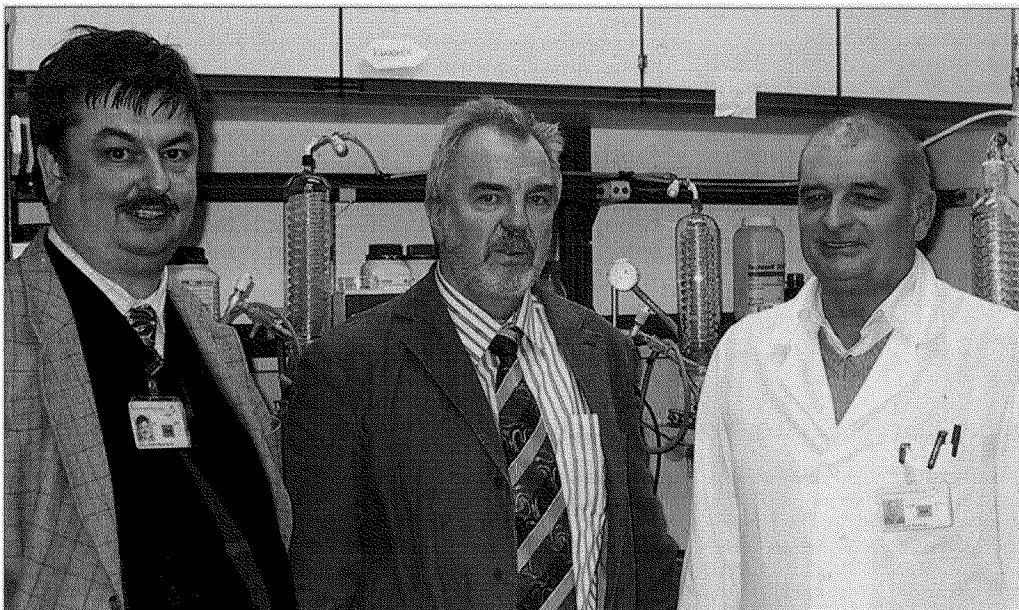
terialien in Berührung. Die Aktivitäten dieser Stoffe sind zwar sehr gering, doch trotzdem muss regelmäßig überprüft werden, dass die Dosisgrenzwerte für die Angestellten eingehalten werden.

Ihre Erfahrung im Nachweis von Polonium 210 können die Experten des Forschungszentrums nun im aktuellen Fall nutzen und haben sie für die Untersuchung der Fluggäste der British Airways-Maschinen, in denen der Stoff nachgewiesen wurde, auch schon an andere Forschungseinrichtungen weitergegeben. „Bei uns hat es bis jetzt rund 60 Anfragen von beunruhigten Betroffenen aber auch Hausärzten gegeben“, sagt Dr. Peter Hill, Leiter des Fachbereichs Betriebsüberwachung. „Aber wir können Entwarnung geben. Bei den ersten Untersuchungen lag die Polonium-Belastung sogar unter der Nachweisgrenze.“

Überprüft wird der Urin der betroffenen Personen. Da Polonium Alphastrahlen abgibt, die so schwach sind, dass sie selbst von einem Papier abgehalten werden,

muss der Stoff aus dem Urin herausgefiltert werden. Das geschieht während einer chemischen Aufbereitung mit Hilfe eines Nickelplättchens, an dem sich das Polonium abgelagert. Dieses wird dann in einem Alpha-Spektrometer untersucht. „Unser großer Vorteil ist, dass wir über einen Standard, eine analytische Methode verfügen, Polonium nachzuweisen. Deshalb konnten wir sofort in die Messung einsteigen“, erklärt Laborleiter Dr. Peter Ostapczuk warum gerade Jülich in den Fall Litwinenko so schnell einsteigen konnte.

Doch normalerweise sind die Hintergründe der Arbeit der Abteilung für Sicherheit und Strahlenschutz weniger spektakulär. Neben der Untersuchung von Personen ist die Abteilung auch für Umweltüberwachung zuständig. Alle zwei Wochen werden hierfür Proben aus der Umgebung des Forschungszentrums genommen, um sicherzustellen, dass dieses kein radioaktives Material an die Umwelt abgibt. Untersucht werden Bodenproben, die Luft, das Grundwasser und Lebensmittel. (mip)



Für sie ist der Nachweis von Polonium 210 nichts Besonderes: Dr. Peter Hill, Dr. Reinhard Lennartz und Dr. Peter Ostapczuk vom Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz des Forschungszentrums Jülich. Foto: Priemer



## 6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Das nachfolgende Verzeichnis enthält Abkürzungen und Kurzzeichen, die im Jahresbericht verwendet werden. Dabei handelt es sich überwiegend um Abkürzungen, die nur forschungszentrumsintern Verwendung finden.

In der Regel wird jede Abkürzung an der Stelle, an der sie das erste Mal im Jahresbericht verwendet wird, erläutert.

### A

ASA	Arbeitsschutzausschuss
ASS	⇒ S
AtDeckV	Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH
AVR-BL	AVR-Behälterlager
AVR-KL	AVR-Kannenlager
AVR-T-BEH	AVR-Transport-Behälter
AVR-TLK	AVR-Trockenlagerkanne

### B

B	Betriebsdirektion
BBS	Beauftragter für die biologische Sicherheit
B-N	Betriebsdirektion – Nuklear Service
B-ND	Betriebsdirektion – Dekontamination (früher: B-D)
B-NZ	Betriebsdirektion - Heiße Zellen (früher: B-Z)
BEZ	Be- und Entladezelle
BKO	Betriebliche Katastrophenschutzorganisation
BL	Behälterlager
Bq	Becquerel; Einheit der Aktivität: 1 Bq = 1 radioaktiver Zerfall/Sek. 1 Bq = $27 \times 10^{-12}$ Ci
BZL	Brennstoffzellenlaboratorium

### C

Ci	Curie; alte Einheit der Aktivität 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ radioaktive Zerfälle/Sekunde oder 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq
----	---

COSY	Cooler Synchrotron Jülich
CZ	Chemiezellen

### D

DE	⇒ B-ND
DIDO	⇒ FRJ-2

### E

E-Stab	Strahlenschutz-Einsatzstab (GB S)
E-Trupp	Strahlenschutz-Einsatztrupp (GB S)
ELLA	Externes Neutronenleiterlaboratorium am FRJ-2
ElvD	Einsatzleiter vom Dienst
ELW	Einsatzleitwagen
ESS	Europäische SpallationsNeutronen-Quelle
ETC	Enrichment Technology Company Limited, (ehemals: URANIT bzw. URENCO)

### F

FE	Forschung u. Entwicklung
FG	Freigrenze
FRJ-1	Forschungsreaktor Jülich 1 (MERLIN)
FRJ-2	Forschungsreaktor Jülich 2 (DIDO)
FS	Fachverband für Strahlenschutz
FvD	Fernsprecher vom Dienst

### G

GenTG	Gentechnikgesetz
GHZ	Große Heiße Zellen
GJAZ	Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr

### H

HEK	Hauptentwässerungskanal (des Forschungszentrums)
HEU	Highly Enriched Uranium
HGF	Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (bis 1994 Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen – AGF)
HZ	Heiße Zellen

### I

IBI	⇒ INB
IBN	Institut für Bio- und Nanosysteme: Halbleiterschichten und -bauelemente (IBN-1)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioelektronik (IBN-2)</li> <li>• Grenz- und Oberflächen (IBN-3)</li> <li>• Biomechanik (IBN-4)</li> <li>• Prozesstechnologie (IBN-PT)</li> <li>• Technische und administrative Infrastruktur (IBN-TA)</li> </ul>	ISR ⇒ IEF
IBT	Institut für Biotechnologie	IvD Ingenieur vom Dienst
ICG	Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre des FZJ	IWE ⇒ IEF
IEF	Institut für Energieforschung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren (IEF-1)</li> <li>• Werkstoffstruktur und Eigenschaften (IEF-2)</li> <li>• Brennstoffzellen (IEF-3)</li> <li>• Plasmaphysik (IEF-4)</li> <li>• Photovoltaik (IEF-5)</li> <li>• Sicherheitsforschung und Reaktorteknik (IEF-6)</li> <li>• Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE)</li> <li>• Projekt Brennstoffzelle (IEF-PBZ)</li> <li>• Projekt Kernfusion (IEF-KFS)</li> </ul>	<b>J</b>
IET	Institut für Enzymtechnologie	JULIC Jülicher Isochron-Zyklotron
IEV	⇒ IEF	JÜV 50 Jülicher Verbrennungsverfahren mit Nenndurchsatz 50 kg/h
IFF	Institut für Festkörperforschung	<b>K</b>
IGV	⇒ IBN	KADES Koordinierungsausschuss DE-Sanierung
IKP	Institut für Kernphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Hadronstruktur (IKP-1)</li> <li>• Experimentelle Hadrondynamik (IKP-2)</li> <li>• Theoretische Kernphysik (IKP-3)</li> <li>• Kernphysikalische Großgeräte (IKP-4)</li> <li>• Technische und administrative Infrastruktur (IKP-TA)</li> </ul>	KMU Kernmaterialüberwachung
ILA	Institutsleitungsausschuss	KPH PPF Kernphysik
IME	⇒ INB	KSL Katastrophenschutzleitung
INB	Institut für Neurowissenschaften und Biophysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelluläre Biophysik (INB-1)</li> <li>• Molekulare Biophysik (INB-2)</li> <li>• Medizin (INB-3)</li> <li>• Nuklearchemie (INB-4)</li> <li>• Mensch, Umwelt, Technik (INB-MUT)</li> </ul>	<b>L</b>
INC	⇒ INB	LEU Low Enriched Uranium
IPP	⇒ IEF	LÖMA Lösungsmittelverbrennungsanlage
IRA	⇒ ICG	<b>M</b>
IS	Interpretationsschwelle	M GB Einkauf und Materialwirtschaft
ISG	⇒ IBN	MBZ Materialbilanzzone
		MERLIN ⇒ FRJ-1
		MUT ⇒ INB
		<b>N</b>
		NG ⇒ NWG
		NSO Notfallschutzorganisation
		NWG Nachweisgrenze
		<b>O</b>
		OE Organisationseinheit
		OSD ⇒ S-O
		OSZ Objektsicherungszentrale
		<b>P</b>
		Pa Pascal - SI-Druckeinheit - $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
		PeDaB Personendosimetrie-Datenbank
		PET Positronenemissionstomographie
		PHOEBUS Photovoltaik-Wasserstoff-Brennstoffzellen-Demonstrationsanlage
		P-M Betriebsärztlicher Dienst
		POF Programmorientierte Förderung der HGF
		<b>R</b>
		R GB Recht und Patente
		RDBMS Relationales Datenbank Management System
		REBEKA Reststoffbearbeitungs- und Abfallkonditionierungsanlage
		rem nicht mehr verwendete Einheit der Äquivalentdosis; $1 \text{ rem} = 10,0 \text{ mSv}$
		RFÜ Radiologische Fernüberwachung
		RöV Röntgenverordnung
		RPA ⇒ R
		RSA Reaktor-Sicherheitsausschuss

<b>S</b>	
S	GB Sicherheit und Strahlenschutz
S-G	Fachbereich Genehmigung und Sicherheit
S-B	Fachbereich Betrieblicher Strahlenschutz
S-BI	Inkorporationsmessstelle
S-U	Fachbereich Umgebungsüberwachung
S-M	Fachbereich Messtechnik
S-A	Fachbereich Arbeitsschutz
S-O	Fachbereich Objektsicherung
S-NS	Fachgruppe Numerischer Strahlenschutz
S-SD	⇒ S-US
S-US	Fachbereich Strahlenbiologie
SBV	Sicherheitsbevollmächtigter
SDB	Sicherheitsdatenbank
SSR	Strahlenschutzregelung des FZJ
SSV	Strahlenschutzverantwortlicher (§ 29 ff. StrlSchV)
STE	⇒ IEF
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
StvD	Strahlenschutz vom Dienst
Sv	Sievert; Einheit der Äquivalentdosis; $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg} = 100 \text{ rem}$
SZ	Sicherheitszentrale des FZJ
<b>T</b>	
TEXTOR	Tokamak-Experiment für technologieorientierte Forschung (Tokamak Experiment for Technology Oriented Research)
TH	Technikumshalle
<b>U</b>	
U-Trupp	Umgebungsauklärungstrupp
UGD	Universelle Gefahrenmeldedatei
URENCO	⇒ ETC
<b>V</b>	
VS	Vorstand des Forschungszentrums Jülich
<b>W</b>	
WTR	Wissenschaftlich-technischer Rat
<b>Z</b>	
ZAM	Zentralinstitut für Angewandte Mathematik des Forschungszentrums Jülich
ZAT	Zentralabteilung Technologie
ZB	Zentralbibliothek
ZCH	Zentralabteilung für Chemische Analysen
ZEL	Zentralinstitut für Elektronik
ZFR	Zentralabteilung Forschungsreaktoren

Das Glossar Strahlenschutz auf den Internetseiten des GB S erläutert in Kurzform viele Fachbegriffe und Abkürzungen aus dem Strahlenschutz:



<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/glossar-strlsch>